

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-051272

(43)Date of publication of application : 23.02.2001

(51)Int. Cl.

G02F 1/13357

F21V 8/00

G09F 9/00

(21)Application number : 11-227976

(71)Applicant : SEMICONDUCTOR ENERGY LAB CO LTD

(22)Date of filing : 11.08.1999

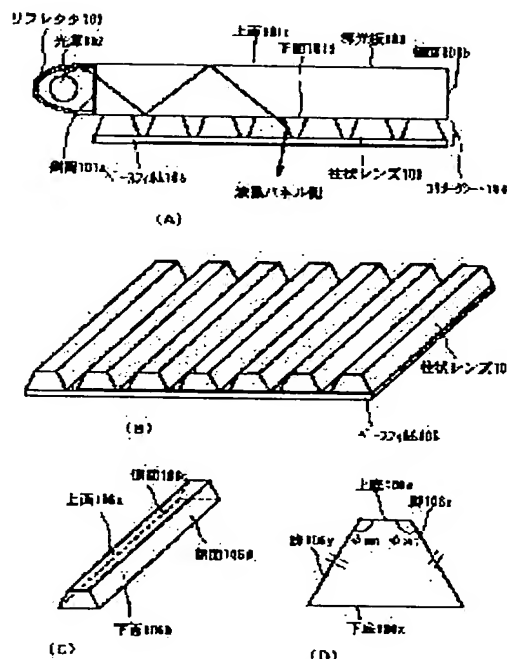
(72)Inventor : KIMURA HAJIME

(54) FRONT LIGHT AND ELECTRONIC APPLIANCE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To improve availability of light of a front light.

SOLUTION: This front light has a light source 102, a light guide plate 101, and a plurality of prism-like lenses 106, in contact with the lower face of the light guide plate 101. The cross section of the prism-like lens 106 along a plane perpendicular to the side face of the lens is an isosceles trapezoid in form. An obtuse angle ϕ out of the isosceles trapezoid and the critical angle θ_c for the total reflection of the prism-like lens 106 are related by $90 < \theta_{out} \leq 90 + \theta_c$. When the light from the light source 102 enters the cylindrical lens 106, since the light is reflected by the side faces corresponding to the inclined lines of the trapezoid and then exits through the lower face 106b, the pixel electrodes of a liquid crystal panel can be illuminated in the perpendicular direction.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

11.08.2006

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of

rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

* NOTICES *

JPO and NCIP are not responsible for any
damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2. **** shows the word which can not be translated.

3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] It is the front light which has the light source, a light guide plate, and two or more pillar-shaped lenses that touch the inferior surface of tongue of said light guide plate. The decision side by the flat surface perpendicular to the side face of said pillar-shaped lens is an isosceles trapezoid. The front light characterized by being $90 < \phi \leq 90 + \theta$ when the flat surface which the raised bottom of said isosceles trapezoid of said pillar-shaped lens builds touches the inferior surface of tongue of said light guide plate, sets the obtuse angle of said isosceles trapezoid to ϕ and sets the critical angle of the total reflection of said pillar-shaped lens to θ .

[Claim 2] Are the front light which has the light source, a light guide plate, and two or more pillar-shaped lenses that touch the inferior surface of tongue of said light guide plate, and the decision side by the flat surface perpendicular to the side face of said pillar-shaped lens It is a graphic form symmetrical with a line to the perpendicular passing through the middle point of the opposite side which is surrounded on all sides which becomes in the opposite side which becomes in an parallel straight line, and the opposite side which becomes with a curve, and becomes in said straight line. Said pillar-shaped lens touches said light guide plate at the flat surface at which the short side is included among the opposite sides which become in said straight line, and is set in a graphic form symmetrical with said line. It is the front light characterized by the angle which the normal in the point of the arbitration of one [said] curve and the straight line which connected the intersection of the curve of said another side and said short side and the point of said arbitration make being in the range of **three critical angles of the total reflection of said pillar-shaped lens.

[Claim 3] It is the front light characterized by the refractive index of said pillar-shaped lens being equal to said light guide plate in claim 1 or 2.

[Claim 4] It is the front light characterized by forming said pillar-shaped lens with the same ingredient as said light guide plate in claim 1 or 2.

[Claim 5] It is the front light which has the light source, a light guide plate, and two or more body-of-revolution-like lenses that touch the inferior surface of tongue of said light guide plate. The configuration of said body-of-revolution-like lens Are the body of revolution used as a revolving shaft, and a graphic form symmetrical with a line to the perpendicular passing through the middle point of the opposite side which is surrounded on all sides which becomes in the opposite side which becomes in an parallel straight line, and the opposite side which becomes with the curve which counters, and becomes in said straight line is set for said perpendicular in a graphic form symmetrical with said line. The angle which the straight line which connects an intersection with the short side of the opposite side which becomes in the normal in the point of the arbitration of one

curve, and the curve and said straight line of said another side, and the point of said arbitration makes It is the front light which is in the range of **three critical angles of the total reflection of said body-of-revolution-like lens, and is characterized by said body-of-revolution-like lens being in contact with said light guide plate at the flat surface which said short side builds.

[Claim 6] It is the front light characterized by the refractive index of said body-of-revolution-like lens being equal to said light guide plate in claim 5.

[Claim 7] It is the front light characterized by the ingredient of said body-of-revolution-like lens being the same as said light guide plate in claim 5.

[Claim 8] It is electronic equipment equipped with the liquid crystal panel and the front light for illuminating said liquid crystal panel. Said front light It has the light source, a light guide plate, and two or more pillar-shaped lenses that touch the inferior surface of tongue of said light guide plate. The decision side by the flat surface perpendicular to the side face of said pillar-shaped lens is an isosceles trapezoid. Electronic equipment characterized by being $90 < \phi \leq 90 + \theta$ when the flat surface which the raised bottom of said isosceles trapezoid of said pillar-shaped lens builds touches the inferior surface of tongue of said light guide plate, sets the obtuse angle of said isosceles trapezoid to ϕ and sets the critical angle of the total reflection of said light guide plate to θ .

[Claim 9] It is electronic equipment equipped with the photosensor and the front light which illuminates the readout object of a photosensor. Said front light It has the light source, a light guide plate, and two or more pillar-shaped lenses that touch the inferior surface of tongue of said light guide plate. The decision side by the flat surface perpendicular to the side face of said pillar-shaped lens is an isosceles trapezoid. Electronic equipment characterized by being $90 < \phi \leq 90 + \theta$ when the flat surface which the raised bottom of said isosceles trapezoid of said pillar-shaped lens builds touches the inferior surface of tongue of said light guide plate, sets the obtuse angle of said isosceles trapezoid to ϕ and sets the critical angle of the total reflection of said light guide plate to θ .

[Claim 10] It is electronic equipment equipped with the liquid crystal panel and the front light for illuminating said liquid crystal panel from a display screen side. Said front light Have the light source, a light guide plate, and two or more pillar-shaped lenses that touch the inferior surface of tongue of said light guide plate, and the decision side by the flat surface perpendicular to the side face of said pillar-shaped lens It is a graphic form symmetrical with a line to the perpendicular passing through the middle point of the opposite side which is surrounded on all sides which becomes in the opposite side which becomes in an parallel straight line, and the opposite side which becomes with a curve, and becomes in said straight line. Said pillar-shaped lens Touch said light guide plate at the flat surface at which the short side is included among the opposite sides which become in said straight line, and it sets in a graphic form symmetrical with said line. It is electronic equipment characterized by the angle which the normal in the point of the arbitration of one curve and the straight line which connected the intersection of the curve of said another side and said short side and the point of said arbitration make being in the range of **three critical angles of the total reflection of said pillar-shaped lens.

[Claim 11] It is electronic equipment equipped with the photosensor and the front light for illuminating the readout object of a photosensor. Said front light Have the light source, a light guide plate, and two or more pillar-shaped lenses that touch the inferior surface of tongue of said light guide plate, and the decision side by the flat surface perpendicular to the side face of said pillar-shaped lens It is a graphic form symmetrical with a line to the perpendicular passing through the middle point of the opposite side which is surrounded on all sides which becomes in the 1 opposite side which becomes in an parallel straight line, and the opposite side which becomes with a curve, and becomes in said straight line. Said pillar-shaped lens touches said light guide plate at the flat surface at which the short side is included among the opposite sides which become in said straight line, and is set in a graphic form symmetrical with said line. It is electronic equipment characterized by the angle which the normal in the point of the arbitration of one [said] curve and the straight

line which connected the intersection of the curve of said another side and said short side and the point of said arbitration make being in the range of **three critical angles of the total reflection of said pillar-shaped lens.

[Claim 12] It is electronic equipment characterized by the refractive index of said pillar-shaped lens being equal to said light guide plate in any 1 term of claims 8-11.

[Claim 13] It is electronic equipment characterized by forming said pillar-shaped lens with the same ingredient as said light guide plate in any 1 term of claims 8-11.

[Claim 14] It is electronic equipment equipped with the liquid crystal panel and the front light for illuminating said liquid crystal panel from a display screen side. Said front light It has the light source, a light guide plate, and two or more body-of-revolution-like lenses that touch the inferior surface of tongue of said light guide plate. The configuration of said body-of-revolution-like lens It is surrounded on all sides which becomes in one pair of opposite sides which become in an parallel straight line, and one pair of opposite sides which become with a curve. It is the body of revolution which set the revolving shaft as said perpendicular for the graphic form symmetrical with a line at the perpendicular passing through the middle point of said straight line. And said body-of-revolution-like lens Touch said light guide plate at the flat surface which the short side of the opposite side which becomes in said straight line builds, and it sets in a graphic form symmetrical with said line. It is electronic equipment characterized by the angle which the normal in the point of the arbitration of one [said] curve and the straight line which connects the intersection of the curve of said another side and said short side and the point of said arbitration make being in the range of **three critical angles of the total reflection of said body-of-revolution-like lens.

[Claim 15] It is electronic equipment equipped with the photosensor and the front light for illuminating the readout object of a photosensor. Said front light It has the light source, a light guide plate, and two or more body-of-revolution-like lenses that touch the inferior surface of tongue of said light guide plate. The configuration of said body-of-revolution-like lens It is the body of revolution which sets a revolving shaft as said perpendicular for a graphic form symmetrical with a line at the perpendicular which is surrounded on all sides which becomes in the opposite side which becomes in an parallel straight line, and the opposite side which becomes with a curve, and passes along the middle point of said straight line. Said body-of-revolution-like lens Touch said light guide plate at the flat surface which the short side builds among the opposite sides which become in said straight line, and it sets in a graphic form symmetrical with said line. It is electronic equipment characterized by the angle which the normal in the point of the arbitration of one [said] curve and the straight line which connects the intersection of the curve of said another side and said short side and the point of said arbitration make being in the range of **three critical angles of the total reflection of said body-of-revolution-like lens.

[Claim 16] It is electronic equipment characterized by the refractive index of said body-of-revolution-like lens being equal to said light guide plate in claim 14 or 15.

[Claim 17] It is electronic equipment characterized by the ingredient of said body-of-revolution-like lens being the same as said light guide plate in claim 14 or 15.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.**** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to electronic equipment equipped with the front light and front light which are used in order to illuminate a reflective mold liquid crystal panel etc.

[0002]

[Description of the Prior Art] In recent years, the products with which the reflective mold LCD (liquid crystal display) is carried in the display are increasing in number as a pocket mold device. It is because the back light which consumes power most since the reflective mold LCD uses outdoor daylight for the display of a screen is unnecessary, so the time of the pocket mold device of a dc-battery drive can be extended. On the other hand, when dark in a perimeter, a screen also becomes dark, and the reflective mold LCD has the fault of being hard to see. Then, in order to compensate the fault, when dark in a perimeter, the front light for illuminating the liquid crystal panel of a reflective mold was developed.

[0003] Drawing 13 is the block diagram of the prism mold front light which is an example of the conventional front light. A front light becomes by the plate-like light guide plate 1 with which the prism side was formed, the light source 2 prepared in the side face of a light guide plate 1, and the reflector 3 for leading the light from the light source 2 to a light guide plate efficiently. A cold cathode tube, LED, etc. are used for the light source 2.

[0004] Next, the function of the conventional prism mold front light is described. In the state of an astigmatism LGT, as shown in drawing 13 (A), the outdoor daylight 6 from a perimeter carries out incidence to top-face 1a which the prism of a light guide plate formed, and the line light source 2 carries out outgoing radiation from inferior-surface-of-tongue 1b, and is reflected with the pixel electrode of the reflective mold LCD 5. The reflected light penetrates a light guide plate 1, and reaches a user's eyeball.

[0005] An operation of the front light at the time of lighting of the line light source 2 is shown in drawing 13 (B). As shown in drawing 13 (B), incidence of the light 8 which carried out outgoing radiation from the light source 2 is carried out to side-face 1a of a light guide plate 1, being reflected by the lamp reflector 3. The light which carried out incidence to the light guide plate 1 is spread toward side-face 1b, repeating reflection and refraction on top-face 1c of a light guide plate 1, and the 1d of inferior surfaces of tongue. At this time, reflection and refraction of light are done according to the Snell's law and Fresnel's principle. Therefore, outgoing radiation of the light which carried out incidence to top-face 1c of a light guide plate 1 or 1d of inferior surfaces of tongue, and the interface of air at the include angle smaller than a critical angle is carried out to air from 1d of inferior surfaces of tongue of a light guide plate 1. It can ask for the permeability at this time from Fresnel's principle. Incidence of the light which carried out outgoing radiation from the light guide plate 1 is carried out to the reflective mold liquid crystal panel 5, and it turns into illumination light effective in a display. It becomes irregular with liquid crystal, it reflects with a pixel electrode, and incidence of the incident light is again carried out from 1d of inferior surfaces of tongue of a light guide plate 1, it carries out outgoing radiation from top-face 1c, and reaches a liquid crystal panel 5 at a user's eyeball.

[0006] About the above prism mold front light Liquid crystal display seminar 98 member technical text E-6 (4) : The front light technique which extends application of a reflective mold electrochromatic display, Monthly FPD Intelligence: 1998.9 :P 22: Sony Reflective mold low-temperature poly-Si TFT-LCD is announced. Nikkei electronics: 1998.6.1 :P 41: A reflective mold

color succeeds one another and it appears. " It turns to formal spread. Takeoff initiation", 1999 SID Smposium Digest It is indicated by of Technical Papers p912 "Front lights for Reflective LCDs Based on Light guides with Micro-Grooves" etc.

[0007] Although the total reflection conditions in an inferior surface of tongue were broken in the prism mold front light by building irregularity on the inferior surface of tongue of a light guide plate, total reflection conditions can be broken by, for example, making the medium by which refractive indexes differ in a light guide plate contact. It is used for the back light of an ink dot mold although this configuration is not a front light. In the light guide plate for ink dot mold back lights, the white ink on the light guide plate inferior surface of tongue is printed in the shape of a dot. The light which carried out incidence to the ink dot is scattered about there. Since the incident angle over the light guide plate top face of the scattered light is smaller than a critical angle, light comes out of a light guide plate. The quantity of light which carries out outgoing radiation from a light guide plate top face is made into homogeneity in the field by optimizing the magnitude of an ink dot, a pitch, a consistency, etc.

[0008] However, the front light of the conventional prism mold has the fault that the use effectiveness of light is low. Although a front light is used combining the reflective mold LCD, in order to operate a front light, when power consumption becomes large, the greatest advantage of a reflective mold LCD called a low power will be spoiled.

[0009] A part of light which carried out incidence to the prism side as the cause of reducing efficiency for light utilization was shown [1st] in drawing 13 (B) is that are refracted and light 11 carries out outgoing radiation from top-face 1c of a light guide plate 1. Since light 11 does not irradiate a liquid crystal panel, it will be lost. Consequently, since efficiency for light utilization falls and brightness falls, it is necessary to raise the power consumption of the light source for compensating this. Moreover, although outgoing radiation of the outgoing radiation light 11 from this top-face 1c is carried out to the user side, since [unrelated to a display] it is ****, it causes [of contrast] a fall by being recognized by the user.

[0010] Since it is hard to carry out outgoing radiation of the light which carried out [2nd] incidence into the light guide plate 1 from inferior-surface-of-tongue 1b, it is that the rate lost in a light guide plate 1 is high. Consequently, efficiency for light utilization falls and brightness also becomes low. The light which carried out incidence of this to light guide plate side-face 1a by the small incident angle is because there are few counts reflected by top-face 1c and inferior-surface-of-tongue 1b, and cannot be in the condition that total reflection conditions are broken, easily. if total reflection conditions are not broken, light will reflect the inside of a light guide plate 1 -- carrying out backlash propagation is continued and it will decrease soon.

[0011] When the beam of light from the light source carries out outgoing radiation from a light guide plate 1 to the LCD side, I hear that an outgoing radiation angle (angle which the normal to 1d of light guide plate inferior surfaces of tongue and a beam of light make) is large, and there is [3rd]. This originates in the ability only of the light which carried out incidence to 1d of light guide plate inferior surfaces of tongue to come out of a light guide plate 1 at an include angle smaller than the critical angle of total reflection.

[0012] Outgoing radiation is carried out from 1d of light guide plate inferior surfaces of tongue to air in the phase in which the 1d [of inferior surfaces of tongue] incident angle became gradually small while the light which spreads the inside of a light guide plate 1 spread, and it stops having fulfilled total reflection conditions soon, and the 1d [of inferior surfaces of tongue] incident angle became a little and small from the critical angle. Therefore, the outgoing radiation angle becomes close to 90 degrees. since incidence of such a beam of light is not perpendicularly carried out to the reflective mold liquid crystal panel 5 -- a result -- efficiency for light utilization -- falling -- making -- **** .

[0013] The lancing-die front light has improved the fault of this prism mold front light. The configuration is shown in drawing 14 . A front light becomes by the light guide plate 21, the light source 22, and the reflector 23, and the cross section 21d under a light guide plate has rectangle-

like irregularity.

[0014] When not turning on a front light, as an arrow head shows by drawing 14 (A), outdoor daylight carries out incidence to top-face 21a of a light guide plate, penetrates a light guide plate 21, and illuminates a reflective mold liquid crystal panel. The light reflected with the liquid crystal panel reaches a user's eyeball.

[0015] When a front light is turned on, incidence of the light which carried out outgoing radiation of the light source 22 by drawing 14 (B) as shown in an arrow head is carried out to light guide plate side-face 21a, being reflected by the reflector. Incident light spreads the inside of a light guide plate 21 toward side-face 31b, carrying out total reflection of between 21d of inferior surfaces of tongue to top-face 21c. Since total reflection conditions are hard to be broken, as for the light which carries out incidence to top-face 21c among the light which has spread the interior of a light guide plate 21, light hardly comes from top-face 21c outside. Moreover, since the light which carried out incidence to heights base 24a or crevice base 24b among the light which carried out incidence to 21d of inferior surfaces of tongue does not break total reflection conditions, light does not come from heights base 24a or crevice base 24b out of a light guide plate 21.

[0016] On the other hand, since the incident angle becomes smaller than a critical angle, the light which carried out incidence to heights side-face 24c penetrates heights side-face 24c. Thus, since a lancing-die front light does not almost have the light which carries out outgoing radiation from top-face 21a of a light guide plate 21, a lost part of light has become less than the front light of a prism mold.

[0017] Moreover, as shown in drawing 15, the front light which made trapezoidal shape the cross-section configuration of the projection 34 of the inferior surface of tongue of a light guide plate 31 is also known. Light is made to penetrate by heights side-face 34c by the function of the front light of drawing 15 being the same as that of the front light of drawing 14, and making the cross-section configuration of a projection of a light guide plate 31 into the shape of an inverse tapered shape. In drawing 15, the same member as drawing 14 attached the same sign.

[0018] About the above lancing-die front light, it is ASIA DISPLAY 98:p897. It is announced by "A front-lighting System Utilizing A Thin Light Guide" etc. The description of a lancing-die front light is having canceled the 1st trouble of the prism mold front light mentioned above. With a prism mold front light, although the light from the light source was carrying out outgoing radiation from the top face (user side), since only the light which carried out incidence to side-face 24c of a projection can come out of a light guide plate, optical loss becomes small and the fall of contrast is suppressed with a lancing-die front light.

[0019]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, as shown in drawing 14, the light which illuminates the reflective mold liquid crystal panel 25 is the light which carried out incidence to side-face 24c of a projection. However, since the outgoing radiation angle from heights side-face 24c is large, the trouble that the incident angle to the reflective mold liquid crystal panel 25 is large is not still solved. an incident angle -- it being large is that light is carrying out incidence from across to a pixel electrode, I hear that it is reducing efficiency for light utilization, and there is. Furthermore, since the outgoing radiation only of the light which carried out incidence to heights side-face 24c can be carried out from a light guide plate 21, it has been hard coming to carry out outgoing radiation of the light from a light guide plate 21. Therefore, the probability lost during propagation is still high, and this trouble is not still solved, either.

[0020] It is in the technical problem of this invention canceling the trouble of the lancing-die front light mentioned above, and offering a front light with high efficiency for light utilization. Moreover, it is in enabling it to illuminate a reflective mold liquid crystal panel from a perpendicular direction as much as possible, lessening light further decreased in the middle of propagation of the inside of a light guide plate, and improving efficiency for light utilization with a front light.

[0021]

[Means for Solving the Problem] In order to cancel the trouble mentioned above, the front light of this invention The light source, It has a light guide plate and two or more pillar-shaped lenses which touch the inferior surface of tongue of said light guide plate, and the decision side by the flat surface perpendicular to the side face of said pillar-shaped lens is an isosceles trapezoid. When the flat surface which the raised bottom of said isosceles trapezoid of said pillar-shaped lens builds touches the inferior surface of tongue of said light guide plate, sets the obtuse angle of said isosceles trapezoid to ϕ and sets the critical angle of the total reflection of said pillar-shaped lens to θ , it is characterized by filling $90 < \phi \leq 90 + \theta$.

[0022] In the above-mentioned configuration, the configuration of a pillar-shaped lens is a multiple column which uses an isosceles trapezoid as a base, and is an optical member for carrying out outgoing radiation of the light which is equivalent to the projection of the conventional lancing-die front light, and spreads the inside of a light guide plate outside.

[0023] The raised bottom of an isosceles trapezoid puts the short side among the opposite sides which become with one pair of parallel lines, and puts the side of the one where a lower base is longer. In the side face in which this raised bottom is contained, the pillar-shaped lens is in contact with the inferior surface of tongue of a light guide plate without minding other media, such as a glue line. A reflective mold liquid crystal panel and an adhesion mold photosensor counter the side face which the lower base of a pillar-shaped lens makes, are arranged, and are illuminated with a front light.

[0024] At the time of the astigmatism LGT of the light source, after outdoor daylight carries out incidence from the top face of a light guide plate and penetrates a light guide plate and a collimator sheet, a reflective mold panel and an adhesion mold sensor are illuminated.

[0025] At the time of lighting of the light source, incidence of the light from the light source is passed through and carried out to a light guide plate side face, and it spreads the inside of a light guide plate for total reflection with ** between the interfaces of the top face/inferior surface of tongue of a light guide plate, and air. Incidence of the light which carried out incidence to the light guide plate inferior surface of tongue and the interface of a pillar-shaped lens during propagation is carried out to a pillar-shaped lens.

[0026] As for the refractive index of a pillar-shaped lens, it is desirable to make it as the same as that of the refractive index of a light guide plate as possible. If refractive indexes differ, since it will be refracted in the interface of a light guide plate and a pillar-shaped lens or will reflect, in a user, this interface becomes is easy to be checked by looking. If the refractive index is the same, since a reflective component does not arise, incidence of the light which carried out incidence to the interface of a light guide plate / pillar-shaped lens can be altogether carried out to a pillar-shaped lens. The refractive index of a collimator sheet at least is made lower than a light guide plate. In order to make a refractive index the same, it is simplest to produce a pillar-shaped lens with the same ingredient as a light guide plate.

[0027] Incidence of the light which carried out incidence is carried out to the interface of the pillar-shaped lens side face and air in which the foot of the above-mentioned isosceles trapezoid is contained. Although projections 24 and 34 are formed in the shape of a taper to the light guide plate inferior surface of tongue in the front light of drawing 14 and the conventional example of drawing 15 It is arranged in the shape of an inverse tapered shape, the obtuse angle of an isosceles trapezoid is set to ϕ_{out} in the decision side of a pillar-shaped lens, and the pillar-shaped lens of this invention is θ_{ac} about the critical angle of the total reflection of said pillar-shaped lens. When it carries out, it is $90 < \phi_{out} \leq 90 + \theta_{ac}$. In order to fill, Total reflection of most light which carried out incidence to the interface of a side face and air can be carried out, and efficiency for light utilization is good. Incidence of the reflected light is carried out to the flat surface which the lower base of an isosceles trapezoid builds, and it carries out outgoing radiation from a pillar-shaped lens.

[0028] The description of this invention is that it carries out outgoing radiation, after making a pillar-

shaped lens once reflect the light which carried out incidence. In the conventional lancing-die front light, since the liquid crystal panel is illuminated with the light penetrated on the side face, the incident angle to a liquid crystal panel will become large inevitably. On the other hand, in this invention, since outgoing radiation is carried out after reflecting light on a pillar-shaped lens side face and changing the direction of light, the incident angle to a reflective mold liquid crystal panel can be made small, and a result and efficiency for light utilization are raised.

[0029] For this reason, in this invention, the decision side of a pillar-shaped lens is arranged in the shape of an inverse tapered shape to the fundamental light guide plate inferior surface of tongue. That is, it is important that a decision side is established in the configuration where it narrowed toward the light guide plate side from the outgoing radiation side (side by which a liquid crystal panel is arranged). A decision side can also be used as a graphic form symmetrical with a line at the perpendicular which does not necessarily need to be a trapezoid, is surrounded on all sides used as the opposite side which becomes in an parallel straight line, and the opposite side which becomes with a curve, and passes along the middle point of said straight line.

[0030] This graphic form is equivalent to what deformed the foot of an isosceles trapezoid into the curve. In this decision side, the angle which the straight line which connected the intersection of the normal in the point of the arbitration of one curve, the curve of said another side, and the side of the shorter one and the point of said arbitration makes is equal to the critical angle of the total reflection of said pillar-shaped lens, and made to be included in the range of θ_c critical angles at least ideally. The reflection factor of the light which carried out incidence to the side face of the pillar-shaped lens which a curved surface builds by this configuration can be made high.

[0031] In addition, critical angle θ_c Although it changes with the refractive index of the medium by which a light guide plate touches, since the medium becomes air in a general operating environment, obtuse angle ϕ of an isosceles trapezoid is critical angle θ_c of the total reflection in the interface of a light guide plate and air. What is necessary is to make it criteria and just to determine.

[0032] Moreover, the body-of-revolution-like lens made to rotate a graphic form symmetrical with the above-mentioned line to the circumference of a symmetry axis instead of a pillar-shaped lens can also be used. A body-of-revolution-like lens is arranged at the sense which narrows toward a light guide plate from an outgoing radiation side.

[0033] As mentioned above, since the pillar-shaped lens or body-of-revolution-like lens of this invention is prepared in the sense which narrows toward a light guide plate side from an outgoing radiation side (side by which a liquid crystal panel is arranged), it is very difficult for a light guide plate and really forming a pillar-shaped lens. For this reason, in this invention, it considered as plate-like, without processing a light guide plate, two or more pillar-shaped lenses or body-of-revolution-like lenses were produced independently, and the lens of these plurality is prepared in contact with the light guide plate.

[0034]

[Embodiment of the Invention] The operation gestalt of this invention is explained using drawing.

[0035] The [operation gestalt 1] book operation gestalt is related with the front light [side / by the flat surface perpendicular to a side face / decision] using a pillar-shaped isosceles trapezoid-like lens.

[0036] Drawing 1 is drawing showing the configuration of the front light of this operation gestalt. Drawing 1 (B) is the perspective view of a collimator sheet, drawing 1 (A) is the sectional view of a front light, and drawing 1 (D) is [drawing 1 (C) is the perspective view of a pillar-shaped lens, and] drawing of the decision side of the pillar-shaped lens by the flat surface perpendicular to a side face.

[0037] As shown in drawing 1 (A), the light source 102 is arranged at side-face 101a of a light guide plate 101, and the reflector is prepared behind the light source 102. Moreover, the collimator sheet 104 is formed in contact with the inferior surface of tongue of a light guide plate 101. Top-face 101c

of a light guide plate 101 says for convenience the flat surface of explanation which meets a user here, and suppose 101d of inferior surfaces of tongue that the confrontation of top-face 101c is put.

[0038] It is monotonous and four side faces is [a shorter side] the rectangular parallelepipeds whose light guide plates 101 become by the rectangular parallelepiped-like transparent material and which are very short rectangles compared with a long side. For the ingredient of a light guide plate 101, the permeability (total light transmission) to the light is 85% or more preferably 80%, and a refractive index is $21/2$. It is because the light whose incident angle of a light guide plate 101 is 90 degrees can be made refracted by side-face 101a and it can lead to the light guide plate 101 interior, so that it is large. With this operation gestalt, the ingredient which has a refractive index in the range of 1.4–1.7 is chosen.

[0039] As such a transparent material, inorganic glass (refractive indexes 1.42–1.7, 91 – 80% of transmission), such as a quartz and way silica glass, and plastic material (resin ingredient) can be used. as plastics -- methacrylic resin (the polymethylmethacrylate typically known for an acrylic --) A refractive index 1.49, 92 – 93% of transmission, a polycarbonate (a refractive index 1.59, 88 – 90% of transmission), Polyarylate (a refractive index 1.61, 85% of transmission), Polly 4-methyl BENTEN-1 (refractive-index 1.46, 90% of transmission) AS resin [an AKURIRO tolyl styrene polymer] (a refractive index 1.57, 90% of transmission), The ingredient which mixed MS resin [a methyl methacrylate styrene polymer] (a refractive index 1.56, 90% of permeability) and these resin can be used.

[0040] A cold cathode tube and LED are used, and the light source 102 meets side-face 101a of a light guide plate 101, and is arranged. Moreover, the two light sources may be established face to face.

[0041] The collimator sheet 104 becomes with a base film 105 and two or more pillar-shaped lenses 106 arranged in parallel on a base film 105. As shown in drawing 1 (C) and (D), decision sides are the many prismatic forms which are isosceles trapezoids. In addition, the side face in which raised bottom 106w of an isosceles trapezoid is contained among 4 side faces of the pillar-shaped lens 106 is set to top-face 106a on account of explanation, the side face in which lower base 106x are contained is set to inferior-surface-of-tongue 106b, and the side face in which Feet 106y and 106z are contained is made into side faces 106c and 106d.

[0042] In the collimator sheet 104, as for the pillar-shaped lens 106, inferior-surface-of-tongue 106b is arranged in contact with the base film 105. Moreover, the collimator sheet 104 is formed so that top-face 106a may stick to 101d of inferior surfaces of tongue of a light guide plate 101. Although it is not necessary to not necessarily stick a base film 105 and a reflective mold liquid crystal panel, it is important for the pillar-shaped lens 106 and a light guide plate 101 to make it stick without minding other media.

[0043] 80% or more of resin film is suitably used for the ingredient of a base film 105 for the permeability of the lights, such as PET. Moreover, as well as [the ingredient of the pillar-shaped lens 106] a light guide plate 101, the permeability (total light transmission) to the light is 85% or more preferably 80%, and the ingredient which has a refractive index in the range of 1.4–1.7 is chosen. The ingredient of the light guide plate 101 mentioned above can be used. From the point of processing or a price, plastic material is suitable. Moreover, the ingredient of the pillar-shaped lens 106 is chosen so that it may become the same as the refractive index of a light guide plate 101. This is the interface of the pillar-shaped lens 106 and a light guide plate 101, and is for light's reflecting or making it not refracted.

[0044] With this operation gestalt, make the ingredient of the pillar-shaped lens 106 the same as a light guide plate 101, and let it be the polymethylmethacrylate (acrylic) of a refractive index 1.49. The ingredient of a base film 105 was set to PET.

[0045] Hereafter, the function of the collimator sheet 104 and the configuration of the pillar-shaped lens 106 are explained using drawing 2.

[0046] When not turning on the light source 102, outdoor daylight carries out incidence from top-face 101c of a light guide plate 101. After it reflects with the reflective mold LCD after penetrating a light guide plate 101 and the collimator sheet 104, and the light which carried out incidence penetrates the collimator sheet 104 and a light guide plate 101, it reaches a user's eyeball.

[0047] When the light source 102 is turned on, light guide plate 101 incidence of the light from the light source 102 is carried out from side-face 101a, being reflected by the reflector 103. Light is spread carrying out total reflection of between 101d of inferior surfaces of tongue to top-face 101c of a light guide plate 101.

[0048] Incident angle θ_1 in case the light which carried out incidence to side-face 101a from air carries out incidence to 101d (or top-face 101c) of inferior surfaces of tongue of a light guide plate 90- $\theta_{ac} \leq \theta_1 \leq 90$ are filled from the geometry (a cross section is a rectangle) of a Snell's law and a light guide plate 101. θ_{ac} It is the critical angle of the total reflection of the light guide plate 101 to air. The light which carried out incidence to light guide plate side-face 101a by 90 incident angles is incident angle 90- θ_{ac} to top-face 101c (101d of or inferior surfaces of tongue). The light which carried out incidence and which carried out incidence to side-face 101a by zero incident angle is the incident angle θ_1 since incidence is carried out to top-face 101c (101d of or inferior surfaces of tongue) by the incident angle 90. The range is drawn.

[0049] Incident angle θ_1 Critical angle θ_{ac} If large, total reflection of the light 121 will be carried out to air in the interface of a light guide plate 101. Since it is larger than $21/2$ ($\sin^{-1}45$), the refractive index of a light guide plate 101 is θ_{ac} . It becomes smaller than 45 degrees. It is the incident angle θ_1 here. Critical angle θ_{ac} Since it is large, total reflection of the light which carried out incidence to 101d (or top-face 101c) of inferior surfaces of tongue and the interface of air is carried out. The angle of reflection at this time is the incident angle θ_1 . It becomes equal. Thus, on top-face 101c of a light guide plate 101, or 101d of inferior surfaces of tongue, repeating total reflection in an interface with air, the light from the light source 102 can spread the inside of a light guide plate 101, and can reach from side-face 101a to side-face 101b.

[0050] Since the light guide plate 101 was produced from the acrylics (refractive index 1.49) in the case of this operation gestalt, it is critical angle θ_{ac} . Incident angle θ_1 of the light which is about 42 degrees and carries out incidence to 101d of inferior surfaces of tongue of a light guide plate 101, and top-face 101c What is necessary is just to fill $48 < \theta_1 \leq 90$.

[0051] Although total reflection of the light 121 which carried out incidence to the interface with air is carried out on 101d of inferior surfaces of tongue of a light guide plate 101 as shown in drawing 2, incidence of the light 122 which carried out incidence to the contact surface with the pillar-shaped lens 106 is carried out into the pillar-shaped lens 106. Since the refractive index of the pillar-shaped lens 106 is equal to a light guide plate 101, the angle of refraction of light 122 is the incident angle θ_1 . It is equal and incidence of the light 122 is carried out to the pillar-shaped lens 106, without being refracted.

[0052] The light 123 which carried out incidence to the pillar-shaped lens 106 is the incident angle θ_2 in 106d of side faces. Incidence is carried out and it is reflected there. This reflected light is the incident angle θ_3 to inferior-surface-of-tongue 106b. Incidence is carried out. Here, it is θ_2 . It is the angle which the normal of 106d of side faces and a beam of light make, and is θ_2 . It is the angle which the normal and beam of light of inferior-surface-of-tongue 106b make.

[0053] By reflection at 106d of side faces, it is the incident angle θ_3 . Since it has an include angle smaller than the critical angle of the total reflection of the pillar-shaped lens 106 to air, it is possible to appear in the light 124 which carried out incidence to inferior-surface-of-tongue 106b of the pillar-shaped lens 106. The light which carried out outgoing radiation from 106d of inferior surfaces of tongue of the pillar-shaped lens 106 illuminates a reflective mold liquid crystal panel. Incidence is carried out by the incident angle, and after it is reflected with the pixel electrode of the reflective mold LCD and this light penetrates the collimator sheet 104 and a light guide plate 101, it reaches a watcher's eyeball.

[0054] With this operation gestalt, since a beam of light is reflected at 106d (106c) of side faces of the pillar-shaped lens 106 and he is trying to illuminate a liquid crystal panel, the incident angle to a liquid crystal panel can be made small. Consequently, since the component of the light which illuminates the pixel electrode of a liquid crystal panel perpendicularly becomes large, light is used efficiently.

[0055] What is necessary is to be high as much as possible and just to carry out total reflection of the side faces [of the pillar-shaped lens 106 / 106c and 106d] reflection factor ideally, in order to lead the light reflected at 106d (106c) of side faces to a liquid crystal panel more efficient, as mentioned above. Hereafter, the conditions for carrying out total reflection are considered.

[0056] Incident angle [in / as mentioned above / the interface (top-face 106a of the pillar-shaped lens 106) of a light guide plate 101 and the pillar-shaped lens 106] θ_1 (and angle of refraction) The range is $90 - \theta_c \leq \theta_1 \leq 90$. On the other hand, it is the incident angle θ_2 to side-face 106c (106d) of the pillar-shaped lens 106. If it is beyond the critical angle of pillar-shaped lens 106 total reflection over air, total reflection of the light will be carried out by side-face 106c (106d). Since it produced with the same ingredient, the critical angle of the total reflection of the pillar-shaped lens 106 is equal to critical angle θ_c of a light guide plate 101, and it should be just satisfied with carrying out total reflection of $\theta_c \leq \theta_2 \leq 90$.

[0057] Obtuse angle ϕ_{out} of the isosceles trapezoid which is the decision side of the pillar-shaped lens 106 here It is θ_2 when it carries out. 90 from theorem of geometry $\theta_2 = \phi_{out} + (90 - \theta_1)$

It ***** and is set to $\theta_2 = \phi_{out} - \theta_1$.

[0058] Here, obtuse angle $\phi_{out} \neq 90$, $\phi_{out} = 90$ [i.e.,], α ($|\alpha| < 0$) of an isosceles trapezoid is assumed that it seems that it is shown in drawing 3 (A). It is incident angle $\theta_1 = 90 - \theta_c$ to top-face 106a of the pillar-shaped lens 106. Since the light 125 which carries out incidence is set to 106d [of side faces] (106c) incident angle $\theta_2 = \alpha + \theta_c$, total reflection is carried out at 106d (106c) of side faces. However, the light 126 which carries out incidence by $\theta_1 > 90 - \theta_c$ is angle-of-reflection $\theta_2 < \theta_c$ in a side face. Since it becomes, as a dotted line shows, a transparency component will arise, and efficiency for light utilization will be reduced.

[0059] Moreover, obtuse angle $\phi_{out} = 90 + \theta_c$ of an isosceles trapezoid is assumed. Since it is set to side faces [106c and 106d] incident angle $\theta_2 = 2\theta_c$ in incident angle $\theta_1 = 90 - \theta_c$ to top-face 106a, total reflection is carried out on the pillar-shaped lens side faces 106c and 106d. At the time of $\theta_1 = 90$, it is incident angle $\theta_2 = \theta_c$. Since it becomes, total reflection is carried out. That is, if it is $\phi_{out} = 90 + \theta_c$, total reflection of the light which carried out incidence to the side faces 106c and 106d of a pillar-shaped lens will be carried out.

[0060] Finally, as shown in drawing 3 (B), $\phi_{out} \geq 90 + (90 - \theta_c)$ is assumed. As the alternate long and short dash line showed, in $\phi_{out} = 90 + (90 - \theta_c)$, it is incident angle $\theta_1 = 90 - \theta_c$. The optical path of light 127 becomes the foot of an isosceles trapezoid, and parallel. Therefore, it is the incident angle θ_1 at the time of $\phi_{out} \geq 90 + (90 - \theta_c)$. The light which carries out incidence to top-face 106a by $90 - \theta_c \leq \theta_1 < \phi_{out}$ will come out of inferior-surface-of-tongue 106b, without being reflected on the pillar-shaped lens side faces 106c and 106d.

[0061] for reflecting light from the above thing on the side faces 106c and 106d of the pillar-shaped lens 106 -- $90 < \phi_{out} < 90 + (90 - \theta_c)$ -- it is more preferably referred to as $90 < \phi_{out} \leq 90 + \theta_c$ (in the case of $\theta_c < 45$). since it is $\theta_c \approx 42$ degree in the case of this operation gestalt -- $90 - < - \phi_{out} \leq 90 + 48$ -- more -- desirable -- $90 - < -$ it is good to make it $\phi_{out} \leq 90 + 42$.

[0062] Obtuse angle ϕ_{out} of an isosceles trapezoid The thing with the smaller desirable one is ϕ_{out} . It is because image quality tends to deteriorate so that it becomes large. It is alike, and incidence of the light reflected with the reflective mold liquid crystal panel is carried out to the collimator sheet 104 so that it may be shown. In drawing 3 (C), since it is easy, refraction with collimator sheet 104 base film 105 is disregarded, and makes 0 times the incident angle to inferior-surface-of-tongue 106b of the pillar-shaped lens 106. Since incidence of it is carried out to a light

guide plate 101 after the light 128 which penetrates side faces 106c and 106d among the light which carried out incidence into the pillar-shaped lens 106 is refracted on a side face because of the difference between the pillar-shaped lens 106 and the refractive index of air, it causes degradation of an image. On the other hand, the light 129 which penetrates top-face 106a does not produce degradation of an image, in order to carry out incidence to a light guide plate 101, without being refracted since there is no difference of the pillar-shaped lens 106, a light guide plate 101, and a refractive index. Thus, obtuse angle ϕ_{out} When it becomes large, it turns out that it is easy to produce degradation of image quality.

[0063] Moreover, when it takes into consideration that manufacture of the pillar-shaped lens 106 uses metal mold, in order to make the pillar-shaped lens 106 easy to extract from metal mold, considering as 93 degrees or more is desirable [ϕ_{out}].

[0064] Hereafter, the conditions of obtuse angle ϕ_{out} of an isosceles trapezoid are changed, and the suitable size of a pillar-shaped lens is examined.

[0065] The cross section of the pillar-shaped lens 106 when obtuse angle ϕ_{out} of a column isosceles trapezoid is close to a right angle is shown in drawing 4 . Specifically, the relation of the width of face W_1 , spacing T_1 , and the height H_1 of the pillar-shaped lens 106 at the time of considering as $\phi_{out}=95$ degree is shown. First, in order to reflect incident light in the first place on a pillar-shaped lens side face, even if it is the light 131 which entered by the small incident angle θ_{11} , the side face of a pillar-shaped lens must be hit. Therefore, what is necessary is just to fill the relation between $H_1 \geq W_1 / \tan \theta_{11} = W_1 / 1.11$. Here, it is $\theta_{11}=48$ degree.

[0066] Next, the light 132 which entered by the large incident angle θ_{12} is considered. Obtuse angle ϕ_{out} is $90+\theta_{12}$ here. It is small. Therefore, as for the large light 132 of the incident angle θ_{12} , the percent of a number of will penetrate the pillar-shaped lens 106 of a pillar-shaped lens. moreover, the light guide plate 101 if the transmitted light carries out incidence to the next pillar-shaped lens 106, after repeating reflection and refraction -- return -- just -- being alike -- the fault of appearing in a user side may be produced. Therefore, as for the light 133 which penetrated the side face, it is desirable that it is made not to carry out incidence to the next pillar-shaped lens 106.

[0067] For that purpose, 13 are the angle of refraction in the side face of θ_{12} light 132, and fill $1 \times \sin \theta_{13} = 1.49 \times \sin (\phi_{out} - \theta_{12})$ $T_1 \geq H_1 * \tan (\phi_{out} - \theta_{13})$ and here. However, since angle of refraction θ_{13} will become close to 0 times if ϕ_{out} becomes close to 90 degrees in the case of incident angle $\theta_{12}=90$ degree, when this inequality is followed, spacing T_1 will become very large. Therefore, spacing T_1 must be actually limited to extent enlarged as much as possible.

[0068] Next, when obtuse angle ϕ_{out} is large, the case where it is $\phi_{out}=132$ degree ($90+\theta_{12}$) is considered using drawing 5 . Drawing 5 is the expanded sectional view of a pillar-shaped lens. Since it is large and, as for a pillar-shaped lens side face, total reflection of almost all the light is carried out to $\phi_{out}=132$ degree, it is not necessary to open the pillar-shaped lens 106 and to arrange spacing. Of course, spacing may be opened.

[0069] Next, the height H_2 of the pillar-shaped lens 106 is described. If height H_2 is low, the light which does not carry out incidence exists in pillar-shaped lens 106 side face. Incidence of the light is carried out to a base film 105 as it is from inferior-surface-of-tongue 106b of the pillar-shaped lens 106. However, between the boundaries of a base film 105 and air, since the conditions of total reflection are not broken, total reflection is carried out. If this reflected light returns to a light guide plate 101 as it is, it will be satisfactory, but if incidence is carried out to the pillar-shaped lens 106 on the way and the direction of a beam of light changes by reflection and refraction in a side face, light may carry out outgoing radiation to a watcher side from a light guide plate top face. Then, in order to avoid such a case, even if it is the light which carried out incidence to the pillar-shaped lens 106 by the small incident angle θ_{21} even if, it must be made to have to hit the pillar-shaped lens side faces 106c and 106d.

[0070] For that purpose, as shown in drawing 5, it is necessary to satisfy the following formula that the optical path of the light 134 of incident angle $\theta_{21}=48$ should just become the diagonal line of an isosceles trapezoid. It is $W_3=H_2/\tan(180-\phi_{out})$ in $H_2=(W_2+W_3) \times \tan(90-\theta_{21})$ and here. If incident angle $\theta_{21}=48$ degree is substituted, $\phi_{out}=132$ degree is substituted and W_3 is eliminated, it will be set to $H_2=4.76W_2$, and if H_2 is determined, the optimum value of W_2 can be determined.

[0071] Moreover, it depends for the width of face W of top-face 106a of a pillar-shaped lens, height H (distance between top-face 106a and inferior-surface-of-tongue 106b), and a pitch P (width-of-face + spacing) on thickness, magnitude (dimension beside vertical x), etc. of a light guide plate 101. Moreover, it is necessary to also take into consideration the margin of manufacture of the pillar-shaped lens 106. Width of face W and height H consider as 10-micrometer order, and may be about 10-50 micrometers. What is necessary is just to let pitches P be 100-micrometer order and the range of 100-500 micrometers, since brightness will become low so that it separates from the light source 102 if a pitch P is narrow.

[0072] The [operation gestalt 2] book operation gestalt is the modification of the pillar-shaped lens of the operation gestalt 1. Although the decision side was a pillar-shaped isosceles trapezoid-like lens with the operation gestalt 1, like, with the magnitude of the obtuse angle of an isosceles trapezoid, the light which is shown in drawing 3 and which carried out incidence penetrated on side faces 106c and 106d, and efficiency for light utilization is lowered to them. This operation gestalt abolishes the fault of a pillar-shaped lens with a trapezoid cross section, and the light which carried out incidence from the top face of a pillar-shaped lens is related with a lens with possible hitting the side face and making it surely carry out total reflection.

[0073] Drawing 6 (B) is the perspective view of a collimator sheet, drawing 6 is drawing showing the configuration of the front light of this operation gestalt, and drawing 6 (D) is [drawing 6 (A) is the sectional view of a front light, and / drawing 6 (C) is the perspective view of a pillar-shaped lens, and] the decision side cut at the flat surface perpendicular to the side face of a pillar-shaped lens.

[0074] The front light of this operation gestalt transforms the pillar-shaped lens of the operation gestalt 1, and other configurations are the same. As shown in drawing 6 (A), the light source 202 is arranged at side-face 201a of a light guide plate 201, and the reflector 203 is formed behind the light source 202. The collimator sheet 204 is formed in contact with the inferior surface of tongue of a light guide plate 201. Top-face 201c of a light guide plate 201 puts for convenience the flat surface of explanation which meets a user here, and suppose 201d of inferior surfaces of tongue that the confrontation of top-face 201c is put.

[0075] The light guide plate 201 becomes and is monotonous at a rectangular parallelepiped-like transparent material. That is, four side faces is [a shorter side] the rectangular parallelepipeds which are very short rectangles compared with a long side. The collimator sheet 204 becomes in parallel on a base film 205 and a base film 205 with two or more pillar-shaped lenses 206 arranged at equal intervals.

[0076] as shown in drawing 6 (D), the cross section of the pillar-shaped lens 206 was surrounded by four sides which made the foot of an isosceles trapezoid the shape of a curve -- coming out -- graphic form ****. That is, it is the graphic form surrounded in the opposite sides 206w and 206x which become with parallel lines, and the opposite side which becomes with Curves 206y and 206z, and is a graphic form [object / straight-line 206k which connects the middle point of the opposite sides 206w and 206x]. In addition, the side face in which straight-line 206w is contained among 4 side faces of the pillar-shaped lens 206 is set to top-face 206a on account of explanation, the side face in which straight-line 206x are contained is set to inferior-surface-of-tongue 206b, and the side face in which Curves 206y and 206z are contained is made into side faces 206c and 206d.

[0077] In the collimator sheet 204, as for the pillar-shaped lens 206, inferior-surface-of-tongue 206b is in contact with the base film 205. Moreover, the collimator sheet 204 is formed so that top-face 206a may stick to 201d of inferior surfaces of tongue of a light guide plate 201. Although it is

not necessary to not necessarily stick a base film 205 and a reflective mold liquid crystal panel, it is important for the pillar-shaped lens 206 and a light guide plate 201 to make it stick without minding other media.

[0078] Hereafter, the configuration of a decision side is explained using drawing 7. As shown in drawing 7 (A), the point of one side of the contact section of the pillar-shaped lens 206 and a light guide plate 201 is set to A. That is, in a decision side, the intersection (top-most vertices) which straight-line 206w and curvilinear 206y make is set to A. And the point of the arbitration of curvilinear 206z of another side is set to B. For curvilinear 206z, the include angle ψ_0 which Normal EF and the straight line AB in Point B make is critical angle θ_{ac} of the total reflection of the pillar-shaped lens 206 to air. It is made to become. That is, it is made for curvilinear 206z to become by the line which the point B of filling the above-mentioned relation builds. Curvilinear 206y carries out object migration of the curvilinear 206z for the middle point of straight lines 206x and 206y to the Toru straight line.

[0079] By considering as the configuration which shows the decision side of the pillar-shaped lens 206 to drawing 7 (A), the incident angle θ_{41} over 206d (206c) of side faces of the light 141 which carried out incidence from top-face 206a of drawing 7 as shown in drawing 7 (B) is $\theta_{41} > \psi_0$. It fills. here -- $\psi_0 = \theta_{ac}$ it is -- since -- $\theta_{41} > \theta_{ac}$ -- it becomes. It is shown that carry out incidence of the light 141 which carried out incidence of this inequality from top-face 206a to 206d (206c) of side faces altogether, and it carries out total reflection at 206d (206c) of side faces. That is, since there is no light penetrated at 206d (206c) of side faces, efficiency for light utilization becomes very high. Moreover, since light goes away out of the pillar-shaped lens 206 after making it reflect at 206d (206c) of side faces, an incident angle becomes small to a reflective mold liquid crystal panel, and use effectiveness of light can be made high.

[0080] In the width of face W of the pitch P of the pillar-shaped lens 206 of this operation gestalt, height H, and top-face 206a, a pitch P should just set 100–500 micrometers, height H, and width of face W to 10–50 micrometers that what is necessary is just to make it be the same as that of the operation gestalt 1. Moreover, include angle ψ_0 shown in drawing 7 (A) What is necessary is just to be in the range of $\psi_0 = \theta_{ac} \pm 3$ degree in consideration of a margin etc., although it is an ideal that a critical angle is equal. For example, it is θ_{ac} when a light guide plate 201 and the pillar-shaped lens 206 are produced from acrylics. Since it is 42 degrees, what is necessary is just the range of $39 \leq \psi_0 \leq 45$.

[0081] Although the pillar-shaped lens was used for the collimator sheet with the [operation gestalt 3] operation gestalten 1 and 2, this operation gestalt shows the example which uses a body-of-revolution-like lens. This operation gestalt of ** and the back is the same as the operation gestalt 2 in the modification of the collimator sheet of the operation gestalt 2. The collimator sheet of this operation gestalt is shown in drawing 8.

[0082] As shown in drawing 8 (A), the body-of-revolution-like lens 306 is formed at equal intervals on the base film 305 which becomes by PET, and it is stuck to top-face 306a of the body-of-revolution-like lens 306 on the inferior surface of tongue of a light guide plate, and it is prepared. Of course, the body-of-revolution-like lens 306 and a light guide plate are produced with the same ingredient. As shown in drawing 8 (B), the body-of-revolution-like lens 306 rotates the graphic form symmetrical with a line shown in drawing 6 (D) and drawing 7 (A) around symmetry-axis 206k. Since the light which carried out incidence from top-face 306a of the body-of-revolution-like lens 306 like the operation gestalt 2 is reflected by side-face 306c by making it such a configuration, outgoing radiation can be carried out from inferior-surface-of-tongue 306b.

[0083] Although light cannot be made crooked with the pillar-shaped lens of the operation gestalten 1 and 2 in the direction of a long picture (drawing 1 (A), direction perpendicular to the space of drawing 6 (A)) for the configuration, by considering as a body-of-revolution-like lens like this operation gestalt Since light can be made crooked also in the depth direction, it becomes possible by optimizing arrangement of the body-of-revolution-like lens 306 to make the brightness within a

field into homogeneity more.

[0084] The [operation gestalt 4] book operation gestalt describes the light guide plate of a front light. The thing of a monotonous mold has been used with the operation gestalten 1-3. The sectional view of the front light at the time of using a wedge-shaped light guide plate for drawing 9 is shown. This operation gestalt is the modification of the operation gestalt 2. In drawing 9, the same sign as drawing 6 shows the same member.

[0085] In a light guide plate 401, the side faces 406a and 406b which counter are rectangles, and the side face in which others counter is a trapezoid with two right-angled angles which do not make a vertical angle. Even if the perimeter of a light guide plate 401 is only air in the case of the wedge-shaped light guide plate 401, as the light which carried out incidence from side-face 401a spreads the inside of a light guide plate 401, it is left outside gradually. Because, while repeating reflection between top-face 401c and 401d of inferior surfaces of tongue, a top-face 401c and 401d [of inferior surfaces of tongue] incident angle becomes small gradually, and the conditions of total reflection are broken. Consequently, light will go away outside also from top-face 401c and 401d also of inferior surfaces of tongue which are not in contact with a pillar-shaped lens. Therefore, light will go away also to a user side, or the incident angle to a pillar-shaped lens will also change by the reflective count. It is effective in lightweight-izing to use the wedge shape light guide plate 401 from these reasons, although it is not not much desirable.

[0086] The [operation gestalt 5] book operation gestalt is the modification of the operation gestalt 2. The sectional view of the front light of this operation gestalt is shown in drawing 10. In drawing 10, the same sign as drawing 6 shows the same component.

[0087] Although arranged in the pillar-shaped lens 206 with the operation gestalt 2 at equal intervals, the brightness in a field may become an ununiformity. That is, near the light source, it may be bright and may become the luminance distribution that it is dark in the distance. Then, what is necessary is just to make spacing dense, so that the pillar-shaped lens 206 is separated from the light source 202 for equalization of the brightness within a field, as shown in drawing 10 (A). The example at the time of changing spacing is shown in drawing 32. Spacing is small, so that it is far from the light source. It is possible for this to equalize the brightness in a field.

[0088] In addition, although the operation gestalten 4 and 5 were explained as a modification of the operation gestalt 2, it cannot be overemphasized that it is applicable also to the operation gestalten 1 and 3.

[0089] The [operation gestalt 6] book operation gestalt describes the base film of a collimator sheet. With the above-mentioned operation gestalt, PET was used, and even if the base film and the reflective mold liquid crystal panel touched, they presupposed that it needs to be absent. This is because a base film is monotonous, so a big bad influence is not done optically. However, it is desirable for a pillar-shaped lens (body-of-revolution-like lens) and a base film to be the same refractive indexes ideally. It is because a reflective component will arise in the interface of a lens and a base film if refractive indexes differ.

[0090] If based on the above thing, it is not necessary to necessarily produce a pillar-shaped lens (body-of-revolution-like lens) on a base film. Then, a pillar-shaped lens (body-of-revolution-like lens) may be directly arranged on the member of the maximum upper layer of a reflective mold liquid crystal panel. The members of the maximum upper layer of a reflective mold liquid crystal panel are optical films, such as a polarizing plate and a phase contrast plate, and a touch panel, and should just form a pillar-shaped lens directly on them.

[0091] The front light of [operation gestalt 7] this invention can be used for the display of various electronic equipment combining the reflective mold liquid crystal panel of a direct viewing type. For example, it is applicable to electronic equipment, such as a personal computer, a digital camera, a video camera, Personal Digital Assistants (a mobile computer, a cellular phone, digital book, etc.), and a navigation system. The electronic equipment which carried the reflective mold liquid crystal panel with a front light of this invention in drawing 11 is shown.

[0092] Drawing 11 (A) is a personal computer and consists of the body 2001 equipped with a microprocessor, memory, etc., the image input section 2002, an indicating equipment 2003 using a reflective mold liquid crystal panel with a front light, and a keyboard 2004.

[0093] Drawing 11 (B) is a video camera and consists of a body 2101, the indicating equipment 2102 using a reflective mold liquid crystal panel with a front light, the voice input section 2103, an actuation switch 2104, a dc-battery 2105, and the television section 2106. This invention is applied to a display 2102.

[0094] Drawing 11 (C) is a Personal Digital Assistant, and consists of a body 2201, the image input section 2202, the television section 2203, an actuation switch 2204, and a display 2205 using a reflective mold liquid crystal panel with a front light.

[0095] Drawing 11 (D) is electronic game devices, such as a TV game or video game, and consists of the body 2301 in which the electronic circuitries 2308, such as CPU, a record medium 2304, etc. were carried, a controller 2305, a display 2303, and a reflective mold liquid crystal panel display 2302 with a front light built into the body 2301. The same information may be displayed as a display 2303 and the display 2302 built into the body 2301, and the former can be used as the main display, and by using the latter as a subdisplay, the information on a record medium 2304 can be displayed, or the operating state of a device can be displayed, or the function of a touch sensor can be added and it can also consider as a control panel. Moreover, in order to transmit a signal mutually, it is good also as a wire communication, and a body 2301, a controller 2305, and a display 2303 form the sensor sections 2306 and 2307, and are good also as radio or optical communication.

[0096] Drawing 11 (D) is a player for reproducing the record medium (it being hereafter called a record medium) which recorded a program, image data, and voice data, and consists of a body 2401, the reflective mold liquid crystal panel indicating equipment 2402 with a front light, the loudspeaker section 2403, a record medium 2404, and an actuation switch 2405. In addition, playback and graphic display of a music program, the information display through video game (or TV game) or the Internet, etc. can be performed to a record medium using DVD (Digital Versatile Disc), a compact disk (CD), etc.

[0097] Drawing 22 (E) is a digital camera and consists of a body 2501, the reflective mold liquid crystal panel indicating equipment 2502 with a front light, an eye contacting part 2503, an actuation switch 2504, and the television section (not shown).

[0098] Moreover, the front light of this invention can apply a front light as the light source for adhesion mold sensors, as it can use not only for the lighting of a reflective mold liquid crystal panel but for the lighting of other electronic equipment, for example, is shown in drawing 12.

[0099] As a front light, which configuration of the operation gestalten 1-5 can be used. With this operation gestalt, the front light 200 of the operation gestalt 2 was used. In drawing 12, the same sign as drawing 6 shows the same member. Drawing 12 (A) is a sectional view and the sensor 700 is arranged under the front light. The optical system of a sensor 700 is not a contraction system but unit systems. That is, the distance of a manuscript and a sensor is a thing small type, and is called the adhesion mold sensor. The thing of one-dimensional array (line sensor) or the thing of two-dimensional array (area sensor) is also available for the adhesion mold sensor of this operation gestalt.

[0100] The configuration of an adhesion mold sensor and the actuation at the time of the readout by the sensor are shown using drawing 12 (B). The light sensing portion 702 which receives light and performs photo electric conversion on a glass substrate 701 to the bottom of a front light 200, and the illumination window 703 grade for letting light pass are prepared in the adhesion mold sensor 700. In the case of [of 703 illumination window] a line sensor, it may not be. Under the light sensing portion 702, the actual size optical system 704, such as the SELFOC lens and an optical fiber array, is arranged. However, this optical system 704 may not exist. In that case, it is called the full adhesion mold sensor.

[0101] At the time of use, a manuscript 710 is arranged under optical system 704. Between a

manuscript 710 and optical system 704, you may also insert glass etc. After the light which carried out outgoing radiation from the front light passes an illumination window 703 and optical system 704, incidence of it is carried out to a manuscript 710. The light reflected with the manuscript 710 passes along optical system 704, and it carries out incidence to a light sensing portion 702. If it is the front light 200 of this invention at this time, a user can see a manuscript 710 through a front light. Thus, since it can be used checking a readout part, it is very convenient.

[0102]

[Effect of the Invention] In order to lead light to a liquid crystal panel, the front light of this invention is characterized by using a pillar-shaped lens or a body-of-revolution-like lens, and is characterized by reflecting the light which carried out incidence on a lens side face in these lenses. Since the liquid crystal panel is illuminated after making it reflect and bending the direction of a beam of light and it can illuminate from a perpendicularly near direction to a pixel electrode, the illumination light is used efficiently, consequently the screen intensity at the time of light source lighting improves, and it leads to reduction of power consumption.

[0103] Furthermore, low cost-ization can be realized by forming a pillar-shaped lens (body-of-revolution-like lens) apart from a plate-like light guide plate, without processing a light guide plate still like before. When forming a pillar-shaped lens in a light guide plate, and a pillar-shaped lens is not able to form normally, the whole large sum light guide plate must be made into disposal, but when a pillar-shaped lens is not able to form normally in this invention, it is because what is necessary is to make only a cheap pillar-shaped lens (body-of-revolution-like lens) into disposal.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.*** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] Drawing showing the configuration of the front light of this invention.

[Drawing 2] The sectional view of the pillar-shaped lens of this invention.

[Drawing 3] The sectional view of the pillar-shaped lens of this invention.

[Drawing 4] The sectional view of the pillar-shaped lens of this invention.

[Drawing 5] The sectional view of the pillar-shaped lens of this invention.

[Drawing 6] Drawing showing the configuration of the front light of this invention.

[Drawing 7] The sectional view of the pillar-shaped lens of this invention.

[Drawing 8] Drawing showing the configuration of the front light collimator sheet of this invention.

[Drawing 9] The sectional view of the front light of this invention.

[Drawing 10] The sectional view of the front light of this invention.

[Drawing 11] The explanatory view of electronic equipment using the front light of this invention.

[Drawing 12] The explanatory view of the adhesion mold sensor using the front light of this invention.

[Drawing 13] The sectional view of the conventional prism mold front light.

[Drawing 14] The sectional view of the conventional lancing-die front light.

[Drawing 15] The sectional view of the conventional lancing-die front light.

[Description of Notations]

101 Light Guide Plate

102 Light Source

103 Reflector

104 collimator sheet

105 Base Film

106 Pillar-shaped Lens

[Translation done.]

*** NOTICES ***

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

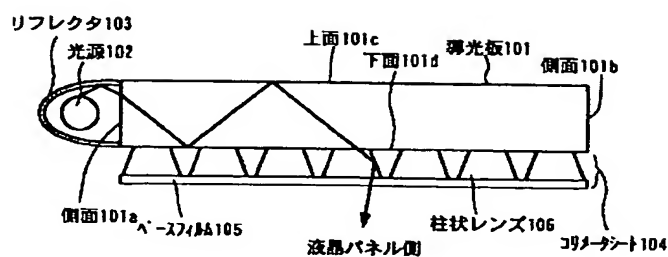
1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.**** shows the word which can not be translated.

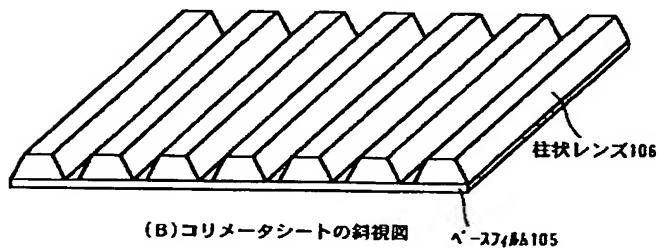
3.In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

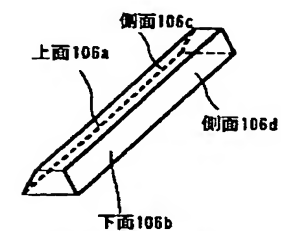
[Drawing 1]



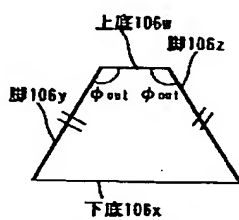
(A) フロントライトの断面図



(B) コリメータシートの斜視図

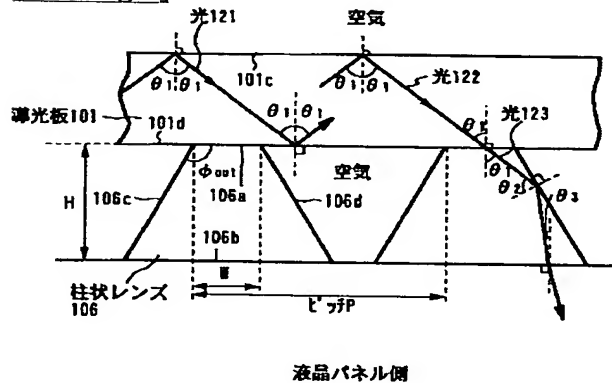


(C) 柱状レンズの斜視図



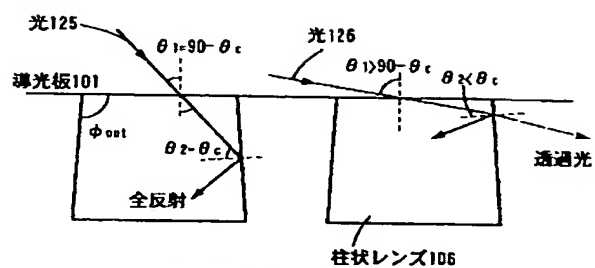
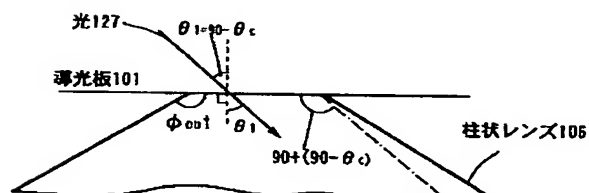
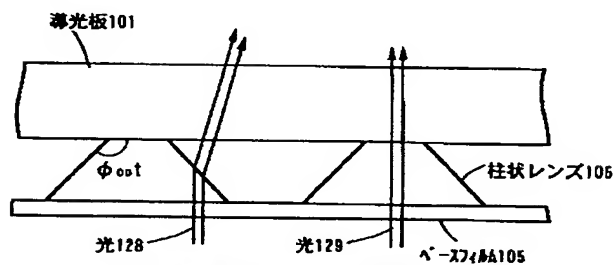
(D) 柱状レンズの縦断面

[Drawing 2]

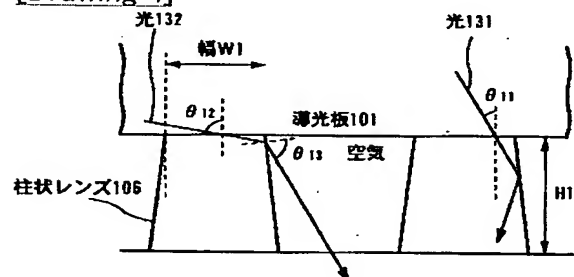


液晶パネル側

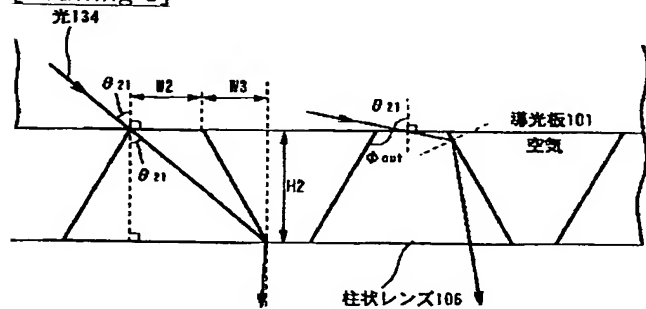
[Drawing 3]

(A) 鈍角 $\phi_{out} \approx 90$ の場合(B) 鈍角 $\phi_{out} \geq 90 + (90 - \theta_c)$ の場合(C) 鈍角 ϕ_{out} と画質の関係

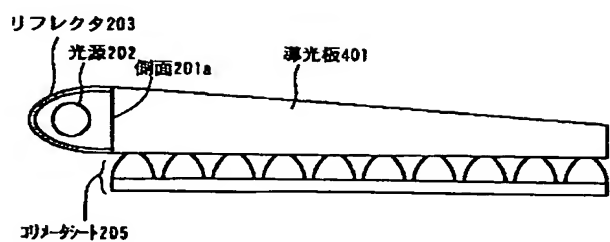
[Drawing 4]



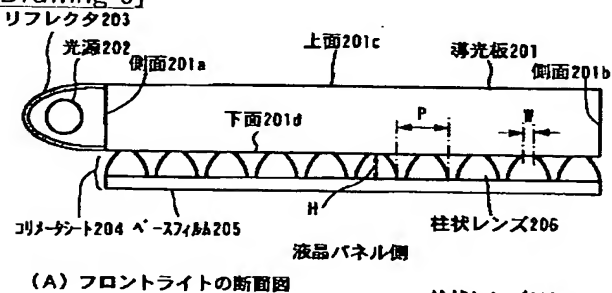
[Drawing 5]



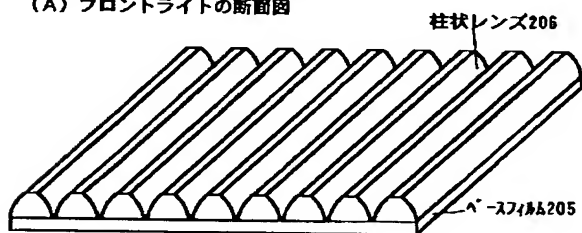
[Drawing 9]



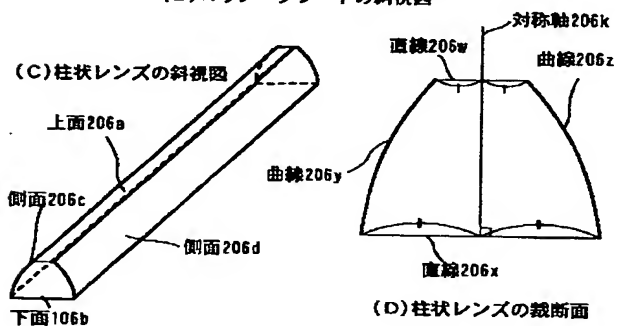
[Drawing 6]



(A) フロントライトの断面図

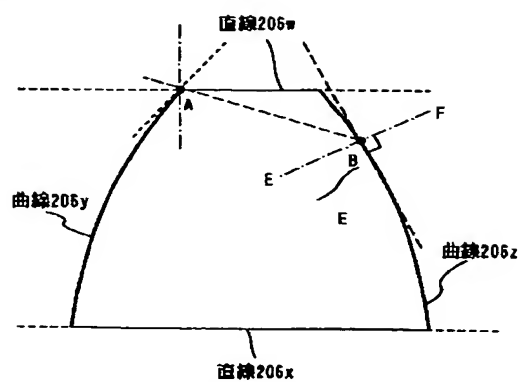


(B) コリメータシートの斜視図

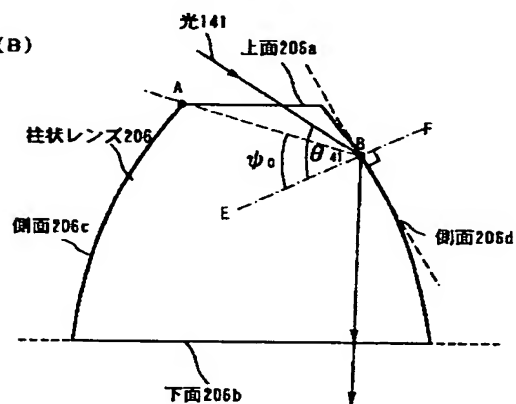


[Drawing 7]

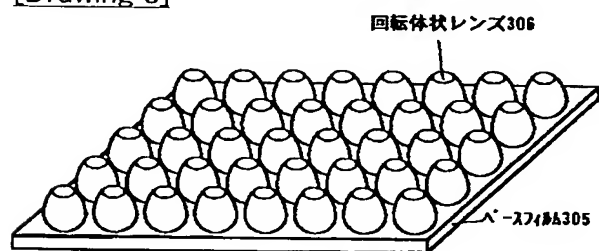
(A)



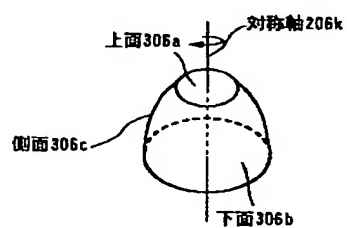
(B)



[Drawing 8]

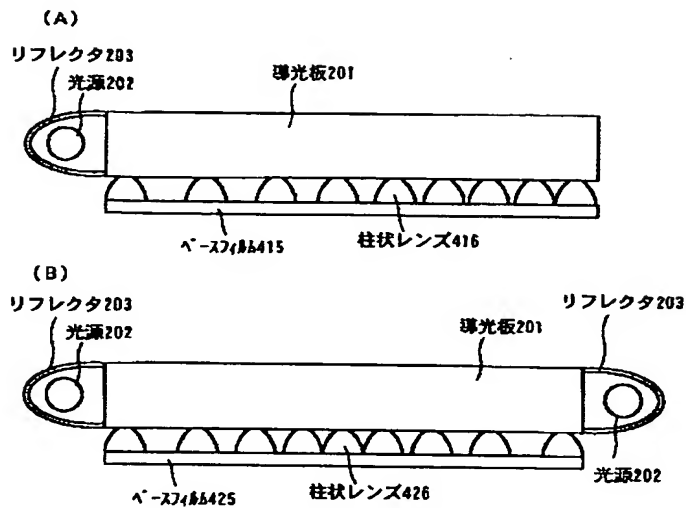


(A) コリメータシートの斜視図

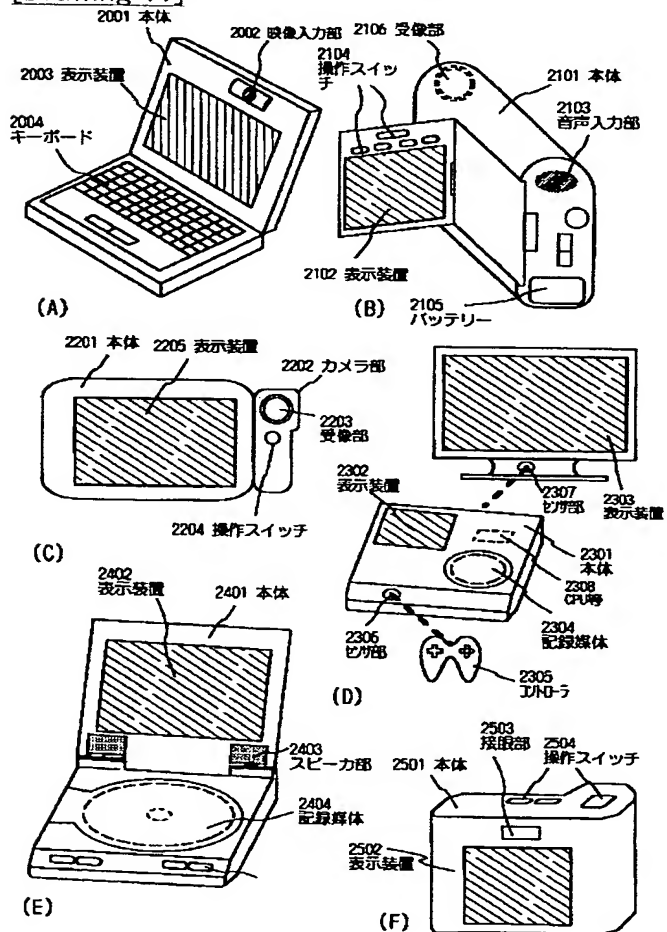


(B) 回転体状レンズの斜視図

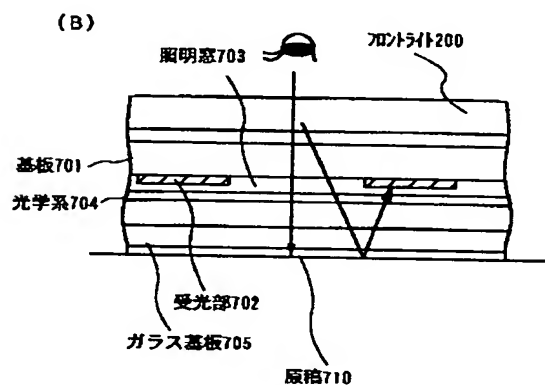
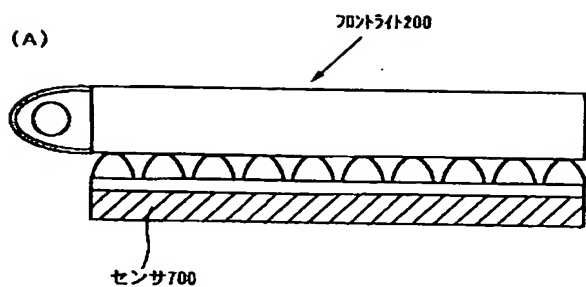
[Drawing 10]



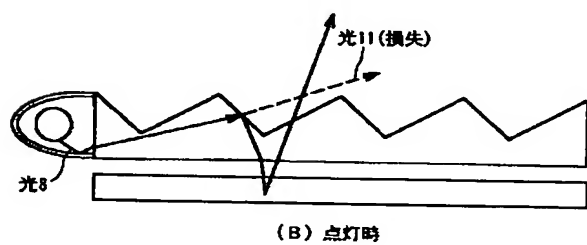
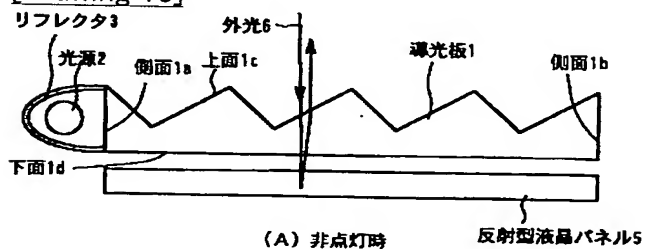
[Drawing 11]



[Drawing 12]

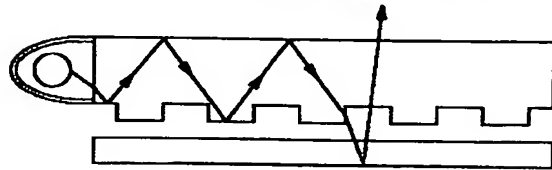
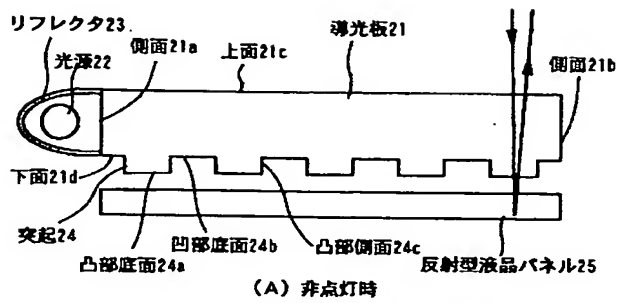


[Drawing 13]



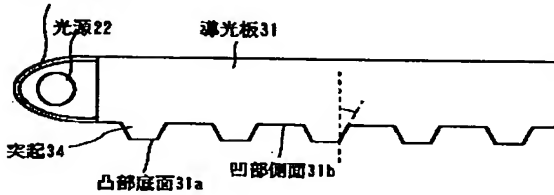
プリズム型フロントライト断面図
従来例

[Drawing 14]



突起型フロントライト断面図
従来例

[Drawing 15]
リフレクタ23



突起型フロントライト断面図
従来例

[Translation done.]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号
特開2001-51272
(P2001-51272A)

(43)公開日 平成13年2月23日(2001.2.23)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード*(参考)
G 0 2 F 1/13357		G 0 2 F 1/1335	5 3 0 2 H 0 9 1
F 2 1 V 8/00	6 0 1	F 2 1 V 8/00	6 0 1 C 5 G 4 3 5
G 0 9 F 9/00	3 3 6	G 0 9 F 9/00	3 3 6 B

審査請求 未請求 請求項の数17 O L (全 15 頁)

(21)出願番号 特願平11-227976

(22)出願日 平成11年8月11日(1999.8.11)

(71)出願人 000153878

株式会社半導体エネルギー研究所
神奈川県厚木市長谷398番地

(72)発明者 木村 肇

神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社半
導体エネルギー研究所内

Fターム(参考) 2H091 FA14Z FA23X FA28X FA41X

LA18 LA30

5G435 AA03 BB12 BB16 EE23 FF03

FF08 GG01 GG23 GG24 LL07

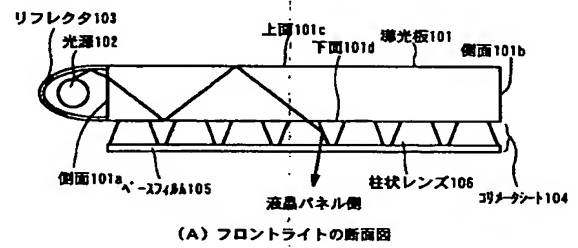
LL14

(54)【発明の名称】 フロントライト及び電子機器

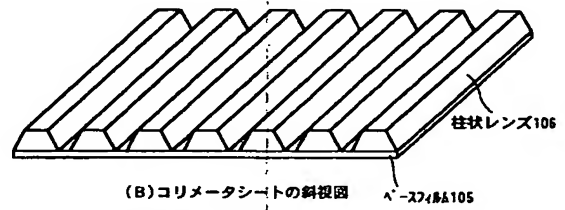
(57)【要約】

【課題】 フロントライトの光利用効率を向上する。

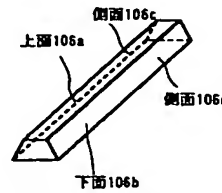
【解決手段】 フロントライトは光源102と、導光板101と、導光板の下面に接する複数の柱状レンズ106とを有し、柱状レンズの側面に垂直な平面による裁断面は等脚台形であり、等脚台形の鈍角を ϕ_{out} とし、前記柱状レンズの全反射の臨界角を θ_c とした場合、 $90 < \phi_{out} \leq 90 + \theta_c$ である。光源102の光が柱状レンズ106に入射すると、台形の脚がつくる側面で反射されてから、下面106bから外に出るため、液晶パネルの画素電極に対して垂直な方向から照明することができる。



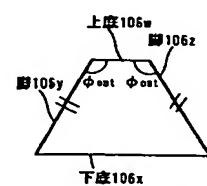
(A) フロントライトの断面図



(B) コリメータシートの斜視図



(C) 柱状レンズの斜視図



(D) 柱状レンズの縦断面

【特許請求の範囲】

【請求項1】 光源と、導光板と、前記導光板の下面に接する複数の柱状レンズとを有するフロントライトであって、

前記柱状レンズの側面に垂直な平面による裁断面は等脚台形であり、前記柱状レンズの前記等脚台形の上底がつくる平面が前記導光板の下面と接し、

前記等脚台形の鈍角を ϕ とし、前記柱状レンズの全反射の臨界角を θ とした場合、 $90 < \phi \leq 90 + \theta$ であることを特徴とするフロントライト。

【請求項2】 光源と、導光板と、前記導光板の下面に接する複数の柱状レンズとを有するフロントライトであって、

前記柱状レンズの側面に垂直な平面による裁断面は、平行な直線なる対辺と、曲線なる対辺でなる四辺に囲まれ、かつ前記直線なる対辺の中点を通る垂線に線対称な図形であり、

前記柱状レンズは前記直線なる対辺のうち短い辺が含まれる平面で前記導光板と接し、

前記線対称な図形において、前記一方の曲線の任意の点における法線と、前記他方の曲線と前記短い辺との交点と前記任意の点を結んだ直線とがなす角は、前記柱状レンズの全反射の臨界角 ± 3 度の範囲にあることを特徴とするフロントライト。

【請求項3】 請求項1又は2において、前記柱状レンズの屈折率は前記導光板と等しいことを特徴とするフロントライト。

【請求項4】 請求項1又は2において、前記柱状レンズは前記導光板と同じ材料で形成されていることを特徴とするフロントライト。

【請求項5】 光源と、導光板と、前記導光板の下面に接する複数の回転体状レンズとを有するフロントライトであって、

前記回転体状レンズの形状は、平行な直線なる対辺と、対向する曲線なる対辺とでなる四辺に囲まれ、かつ前記直線なる対辺の中点を通る垂線に線対称な図形を前記垂線を回転軸にする回転体であり、

前記線対称な図形において、1つの曲線の任意の点における法線と、前記他方の曲線と前記直線なる対辺の短い辺との交点と前記任意の点を結ぶ直線とがなす角は、前記回転体状レンズの全反射の臨界角 ± 3 度の範囲にあり、

前記回転体状レンズは、前記短い辺がつくる平面で前記導光板と接していることを特徴とするフロントライト。

【請求項6】 請求項5において、前記回転体状レンズの屈折率は前記導光板と等しいことを特徴とするフロントライト。

【請求項7】 請求項5において、前記回転体状レンズの材料は前記導光板と同じであることを特徴とするフロントライト。

【請求項8】 液晶パネルと、前記液晶パネルを照明するためのフロントライトとを備えた電子機器であって、前記フロントライトは、光源と、導光板と、前記導光板の下面に接する複数の柱状レンズとを有し、

前記柱状レンズの側面に垂直な平面による裁断面は等脚台形であり、前記柱状レンズの前記等脚台形の上底がつくる平面が前記導光板の下面と接し、

前記等脚台形の鈍角を ϕ とし、前記導光板の全反射の臨界角を θ とした場合、 $90 < \phi \leq 90 + \theta$ であることを特徴とする電子機器。

【請求項9】 光センサと、光センサの読みとり対象物を照明するフロントライトとを備えた電子機器であって、

前記フロントライトは、光源と、導光板と、前記導光板の下面に接する複数の柱状レンズとを有し、

前記柱状レンズの側面に垂直な平面による裁断面は等脚台形であり、

前記柱状レンズの前記等脚台形の上底がつくる平面が前記導光板の下面と接し、

前記等脚台形の鈍角を ϕ とし、前記導光板の全反射の臨界角を θ とした場合、 $90 < \phi \leq 90 + \theta$ であることを特徴とする電子機器。

【請求項10】 液晶パネルと、前記液晶パネルを表示画面側から照明するためのフロントライトとを備えた電子機器であって前記フロントライトは、光源と、導光板と、前記導光板の下面に接する複数の柱状レンズとを有し、

前記柱状レンズの側面に垂直な平面による裁断面は、平行な直線なる対辺と、曲線なる対辺でなる四辺に囲まれ、かつ前記直線なる対辺の中点を通る垂線に線対称な図形であり、

前記柱状レンズは、前記直線なる対辺のうち短い辺が含まれる平面で前記導光板と接し、

前記線対称な図形において、1つの曲線の任意の点における法線と、前記他方の曲線と前記短い辺との交点と前記任意の点を結んだ直線とがなす角は、前記柱状レンズの全反射の臨界角 ± 3 度の範囲にあることを特徴とする電子機器。

【請求項11】 光センサと、光センサの読みとり対象物を照明するためのフロントライトとを備えた電子機器であって、

前記フロントライトは、光源と、導光板と、前記導光板の下面に接する複数の柱状レンズとを有し、

前記柱状レンズの側面に垂直な平面による裁断面は、平行な直線なる1対辺と、曲線なる対辺でなる四辺に囲まれ、かつ前記直線なる対辺の中点を通る垂線に線対称な図形であり、

前記柱状レンズは前記直線なる対辺のうち短い辺が含まれる平面で前記導光板と接し、

前記線対称な図形において、前記一方の曲線の任意の点

における法線と、前記他方の曲線と前記短い辺との交点と前記任意の点を結んだ直線とがなす角は、前記柱状レンズの全反射の臨界角 ± 3 度の範囲にあることを特徴とする電子機器。

【請求項12】 請求項8～11のいずれか1項において、

前記柱状レンズの屈折率は前記導光板と等しいことを特徴とする電子機器。

【請求項13】 請求項8～11のいずれか1項において、

前記柱状レンズは前記導光板と同じ材料で形成されていることを特徴とする電子機器。

【請求項14】 液晶パネルと、前記液晶パネルを表示画面側から照明するためのフロントライトとを備えた電子機器であって、

前記フロントライトは、光源と、導光板と、前記導光板の下面に接する複数の回転体状レンズとを有し、

前記回転体状レンズの形状は、平行な直線となる1対の対辺と、曲線となる1対の対辺とでなる四辺に囲まれ、かつ前記直線の中点を通る垂線に線対称な図形を前記垂線を回転軸にした回転体であり、

前記回転体状レンズは、前記直線となる対辺の短い辺がつくる平面で前記導光板と接し、

前記線対称な図形において、前記一方の曲線の任意の点における法線と、前記他方の曲線と前記短い辺との交点と前記任意の点を結ぶ直線とがなす角は、前記回転体状レンズの全反射の臨界角 ± 3 度の範囲にあることを特徴とする電子機器。

【請求項15】 光センサと、光センサの読みとり対象物を照明するためのフロントライトとを備えた電子機器であって、

前記フロントライトは、光源と、導光板と、前記導光板の下面に接する複数の回転体状レンズとを有し、

前記回転体状レンズの形状は、平行な直線となる対辺と、曲線となる対辺とでなる四辺に囲まれ、かつ前記直線の中点を通る垂線に線対称な図形を前記垂線を回転軸にする回転体であり、

前記回転体状レンズは、前記直線となる対辺のうち短い辺がつくる平面で前記導光板と接し、

前記線対称な図形において、前記一方の曲線の任意の点における法線と、前記他方の曲線と前記短い辺との交点と前記任意の点を結ぶ直線とがなす角は、前記回転体状レンズの全反射の臨界角 ± 3 度の範囲にあることを特徴とする電子機器。

【請求項16】 請求項14又は15において、前記回転体状レンズの屈折率は前記導光板と等しいことを特徴とする電子機器。

【請求項17】 請求項14又は15において、前記回転体状レンズの材料は前記導光板と同じであることを特徴とする電子機器。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は反射型液晶パネルなどを照明するために用いられるフロントライト及びフロントライトを備えた電子機器に関する。

【0002】

【従来の技術】 近年、携帯型機器として、表示装置に反射型LCD（液晶表示装置）が搭載されている製品が増えている。反射型LCDは外光を画面の表示に利用しているので、最も電力を消費するバックライトが不要なので、バッテリー駆動の携帯型機器の使用時間を延ばすことができるからである。その反面、反射型LCDは周囲が暗い場合は画面も暗くなり、見にくいという欠点がある。そこで、その欠点を補うために、周囲が暗い場合に反射型の液晶パネルを照明するためのフロントライトが開発された。

【0003】 図13は従来のフロントライトの一例であるプリズム型フロントライトの構成図である。フロントライトは、プリズム面が形成された平板状の導光板1と、導光板1の側面に設けられた光源2と、光源2からの光を導光板に効率良く導くためのリフレクタ3とでなる。光源2には冷陰極管やLEDなどが用いられる。

【0004】 次に、従来のプリズム型フロントライトの機能について述べる。線光源2が非点灯状態では、図13（A）に示すように、周囲からの外光6が導光板のプリズムが形成した上面1aへ入射し、下面1bから出射し、反射型LCD5の画素電極で反射される。反射光は導光板1を透過して使用者の眼球に達する。

【0005】 図13（B）に線光源2の点灯時のフロントライトの作用を示す。図13（B）に示すように、光源2からの出射した光8はランプリフレクタ3で反射されながら、導光板1の側面1aに入射する。導光板1に入射した光は導光板1の上面1cと下面1dで反射・屈折を繰り返しながら、側面1bに向かって伝搬する。このとき光はスネルの法則、フレネルの法則に従って反射・屈折していく。よって臨界角よりも小さい角度で導光板1の上面1cまたは下面1dと空気の界面に入射した光は、導光板1の下面1dから空気へと出射する。このときの透過率はフレネルの法則から求めることができる。導光板1から出射した光は反射型液晶パネル5に入射し、表示に有効な照明光になる。液晶パネル5に入射した光は液晶で変調され画素電極で反射して、再び導光板1の下面1dから入射し上面1cから出射して、使用者の眼球に到達する。

【0006】 以上のプリズム型フロントライトについては、液晶ディスプレイセミナ98部材技術テキストE-6（4）：反射型カラー液晶の応用を広げるフロントライト技術や、月刊FPD Intelligence：1998.9：P22：ソニー 反射型低温poly-Si TFT-LCDを発表、日経エレクトロニクス：1998.6.1：P41：「反射型カラーが相次ぎ登

場、本格普及に向け離陸開始」、1999 SID Symposium Digest of Technical Papers p912「Front lights for Reflective LCDs Based on Light guides with Micro-Grooves」などに記載されている。

【0007】プリズム型フロントライトでは、導光板の下面に凹凸をつくることにより、下面での全反射条件を破るようにしたが、例えば、導光板に屈折率の異なる媒質と接触させることにより全反射条件が破られるようにもできる。この構成はフロントライトではないが、インクドット型のバックライトに用いられている。インクドット型バックライト用の導光板には、導光板下面に白いインクをドット状に印刷してある。インクドットに入射した光は、そこで散乱される。散乱された光の導光板上面に対する入射角は臨界角よりも小さいため、光は導光板の外に出る。インクドットの大きさ、ピッチ、密度などを最適化することにより、導光板上面から出射する光量を面内で均一にしている。

【0008】しかしながら、従来のプリズム型のフロントライトは光の利用効率が低いという欠点がある。フロントライトは反射型LCDと組み合わせて使用されるが、フロントライトを動作させるために消費電力が大きくなると、低消費電力という反射型LCDの最大の長所を損なうことになる。

【0009】光利用効率を低下させる原因は、第1に、図13(B)に示すようにプリズム面に入射した光の一部は屈折され、導光板1の上面1cから光11が出射してしまうことである。光11は液晶パネルを照射しないので、損失となってしまう。その結果、光利用効率が下がるため輝度が低下するので、これを補うには光源の消費電力を上げる必要がある。またこの上面1cからの出射光11は使用者側に出射しているが、表示に無関係な光なため使用者に認識されてしまうことでコントラストの低下の原因となる。

【0010】第2に、導光板1内に入射した光が下面1bから出射しにくいので、導光板1中で損失する率が高いことである。この結果、光利用効率が下がり、輝度も低くなる。これは、小さい入射角で導光板側面1aへ入射した光は上面1c・下面1bで反射される回数が少ないためであり、全反射条件を破るような状態になりにくい。全反射条件が破られないと光は導光板1内を反射しながら伝搬し続け、やがて減衰してしまうことになる。

【0011】第3に、導光板1からLCD側へ光源からの光線が出射する時に、出射角（導光板下面1dに対する法線と光線のなす角）が大きいということである。これは、全反射の臨界角より小さい角度で導光板下面1dに入射した光だけが導光板1の外に出ることができることに起因する。

【0012】導光板1内を伝搬する光は伝搬していくうちに下面1dへの入射角が徐々に小さくなり、やがて全反射条件を満たさなくなると、下面1dへの入射角が臨

界角より若干小さくなった段階で導光板下面1dから空気へ出射する。従って、その出射角は90度に近くなる。このような光線は反射型液晶パネル5に対して垂直に入射しないので、結果、光利用効率を低下させている。

【0013】このプリズム型フロントライトの欠点を改善したのが、突起型フロントライトである。図14にその構成を示す。フロントライトは導光板21、光源22、リフレクタ23でなり、導光板下面21dの断面は長方形の凹凸になっている。

【0014】フロントライトを点灯しない時には、図14(A)で矢印で示すように、外光が導光板の上面21aに入射し導光板21を透過して、反射型液晶パネルを照明する。液晶パネルで反射された光が使用者の眼球に到達する。

【0015】フロントライトを点灯した時には、図14(B)で矢印に示すように、光源22を出射した光はリフレクタで反射されながら、導光板側面21aに入射する。入射光は上面21cと下面21dの間を全反射しながら、側面31bに向かって導光板21中を伝搬する。導光板21の内部を伝搬している光のうち上面21cに入射する光は全反射条件が破れにくいので、上面21cから光がほとんど外に出ることがない。また下面21dに入射した光のうち凸部底面24aや凹部底面24bに入射した光は全反射条件を破ることがないので、凸部底面24aや凹部底面24bから導光板21の外に光が出ることはない。

【0016】他方、凸部側面24cに入射した光は、その入射角が臨界角よりも小さくなるので、凸部側面24cを透過する。このように突起型フロントライトは導光板21の上面21aから出射する光がほとんどないため、プリズム型のフロントライトよりも光の損失分は少なくなっている。

【0017】また、図15に示すように、導光板31の下面の突起34の断面形状を台形状にしたフロントライトも知られている。図15のフロントライトの機能も図14のフロントライトと同様であり、導光板31の突起の断面形状を逆テーパ状にすることにより、凸部側面34cで光を透過させている。図15において、図14と同じ部材は同じ符号を付した。

【0018】以上の突起型フロントライトについては、ASIA DISPLAY 98:p897「A front-lighting System Utilizing A Thin Light Guide」などで発表されている。突起型フロントライトの特徴は上述したプリズム型フロントライトの第1の問題点を解消していることである。プリズム型フロントライトでは、光源からの光が上面（使用者側）から出射していたが、突起型フロントライトでは突起物の側面24cに入射した光だけが導光板の外に出ることができるため、光損失が小さくなり、またコントラストの低下が抑えられる。

【0019】

【本発明が解決しようとする課題】しかしながら、図14に示したように、反射型液晶パネル25を照明する光は突起物の側面24cに入射した光である。しかしながら、凸部側面24cからの出射角が大きいために、反射型液晶パネル25への入射角が大きいという問題点は依然として解決されていない。入射角大きいということは、光が画素電極に対して斜めから入射していることであり、光利用効率を低下させているということである。更に、凸部側面24cに入射した光だけが導光板21から出射できるため、導光板21から光が出射しにくくなっている。そのため伝搬中に損失してしまう確率が高いままであり、この問題点も依然として解決されていない。

【0020】本発明の課題は上述した突起型フロントライトの問題点を解消して、光利用効率の高いフロントライトを提供することにある。また、フロントライトによって、反射型液晶パネルをできるだけ垂直方向から照明できるようにし、さらに導光板中を伝搬の途中で減衰してしまう光を少なくして、光利用効率を向上することにある。

【0021】

【課題を解決するための手段】上述した問題点を解消するために、本発明のフロントライトは光源と、導光板と、前記導光板の下面に接する複数の柱状レンズとを有し、前記柱状レンズの側面に垂直な平面による裁断面は等脚台形であり、前記柱状レンズの前記等脚台形の上底がつくる平面が前記導光板の下面と接し、前記等脚台形の鈍角を ϕ とし、前記柱状レンズの全反射の臨界角を θ とした場合、 $90 < \phi \leq 90 + \theta$ を満たすことを特徴とする。

【0022】上記の構成において、柱状レンズの形状は等脚台形を底面とする多角柱であり、従来の突起型フロントライトの突起に相当するものであり、導光板内を伝搬する光を外へ出射させるための光学部材である。

【0023】等脚台形の上底とは1対の平行線である対辺のうち短い辺をさし、下底は長いほうの辺をさす。柱状レンズはこの上底が含まれる側面において、接着層など他の媒質を介さずに導光板の下面と接している。反射型液晶パネルや密着型光センサは柱状レンズの下底が作る側面に対向して配置され、フロントライトによって照明される。

【0024】光源の非点灯時は、外光が導光板の上面から入射して、導光板、コリメータシートを透過した後、反射型パネルや密着型センサを照明する。

【0025】光源の点灯時は、光源からの光は導光板側面にへ入射し、導光板の上面／下面と空気との界面の間で全反射を氏ながら導光板中を伝搬する。伝搬中に、導光板下面と柱状レンズの界面に入射した光は柱状レンズに入射する。

【0026】柱状レンズの屈折率は導光板の屈折率と可能な限り同一にすることが望ましい。屈折率が異なると、導光板と柱状レンズの境界面で屈折したり反射したりするため、この境界面が使用者に視認されやすくなる。屈折率が同じであれば、導光板／柱状レンズの境界面に入射した光は反射成分が生じないため、全て柱状レンズに入射させることができる。少なくともコリメータシートの屈折率は導光板よりも低くする。屈折率を同じにするには、柱状レンズを導光板と同じ材料で作製することが最も簡便である。

【0027】入射した光は、上記等脚台形の脚が含まれる柱状レンズ側面と空気との界面に入射する。図14、図15の従来例のフロントライトでは、突起24、34は導光板下面に対してテーパ状に形成されているが、本発明の柱状レンズは逆テーパ状に配置されており、柱状レンズの裁断面において、等脚台形の鈍角を ϕ_{out} とし、前記柱状レンズの全反射の臨界角を θ_c とした場合、 $90 < \phi_{out} \leq 90 + \theta_c$ を満たすため、側面と空気との界面に入射した光のほとんどを全反射させることができ、光利用効率が高い。反射された光は等脚台形の下底がつくる平面に入射して、柱状レンズから出射する。

【0028】本発明の特徴は、柱状レンズに入射した光を一旦反射させてから出射させている点にある。従来の突起型フロントライトでは側面で透過した光で液晶パネルを照明しているため、どうしても液晶パネルへの入射角が大きくなってしまふ。これに対して、本発明では柱状レンズ側面で光を反射させて、光の方向を変えてから出射しているため、反射型液晶パネルへの入射角を小さくでき、結果、光利用効率が高められる。

【0029】このため、本発明では、柱状レンズの裁断面が基本的な導光板下面に対して逆テーパ状に配置されている。即ち、裁断面が出射側（液晶パネルが配置される側）から導光板側に向かってすばまった形状に設けられることが重要である。裁断面は必ずしも台形である必要はなく、例えば、平行な直線である対辺と、曲線である対辺となる四辺に囲まれ、かつ前記直線の中点を通る垂線に線対称な図形とすることもできる。

【0030】この図形は等脚台形の脚を曲線に変形したものに相当する。この裁断面において、1つの曲線の任意の点における法線と、前記他方の曲線と短いほうの辺との交点と前記任意の点を結んだ直線とがなす角は、理想的には前記柱状レンズの全反射の臨界角に等しく、少なくとも臨界角 ± 3 度の範囲に含まれるようにする。この構成により、曲面がつくる柱状レンズの側面に入射した光の反射率を高くできる。

【0031】なお臨界角 θ_c は導光板が接する媒質の屈折率によって変わるが、一般的な使用環境ではその媒質は空気になるため、等脚台形の鈍角 ϕ_{out} は導光板と空気の境界面での全反射の臨界角 θ_c を基準にして決定す

ればよい。

【0032】また、柱状レンズの代わりに、上記線対称な図形を対称軸周りに回転させた回転体状のレンズを用いることもできる。回転体状レンズは出射側から導光板に向かってすばまる向きに配置される。

【0033】上述したように、本発明の柱状レンズまたは回転体状レンズは、出射側（液晶パネルが配置される側）から導光板側に向かってすばまる向きに設けられるため、柱状レンズを導光板と一体形成することは非常に難しい。このため、本発明では、導光板を加工せずに平板状とし、複数の柱状レンズまたは回転体状レンズを別に作製し、これら複数のレンズを導光板に接して設けている。

【0034】

【実施形態】 図を用いて、本発明の実施形態を説明する。

【0035】【実施形態1】本実施形態は側面に垂直な平面による裁断面が等脚台形状の柱状レンズを用いたフロントライトに関する。

【0036】図1は本実施形態のフロントライトの構成を示す図である。図1(A)はフロントライトの断面図であり、図1(B)はコリメータシートの斜視図であり、図1(C)は柱状レンズの斜視図であり、図1

(D)は側面に垂直な平面による柱状レンズの裁断面の図である。

【0037】図1(A)に示すように、導光板101の側面101aには光源102が配置され、光源102の背後にはリフレクタが設けられている。また、導光板101の下面に接してコリメータシート104が設けられている。ここで説明の便宜上、導光板101の上面101cは使用者に対面する平面をいい、下面101dは上面101cの対面をさすこととする。

【0038】導光板101は直方体状の透明材料でなる平板であり、4つの側面が短辺が長辺に比べて非常に短い長方形である直方体である。導光板101の材料は可視光に対する透過率（全光線透過率）が80%、好ましくは85%以上であって、屈折率が $2^{1/2}$ よりも大きいほど、導光板101の入射角が90度の光を側面101aで屈折させて、導光板101内部に導くことができるためである。本実施形態では屈折率が1.4~1.7の範囲にある材料を選ぶ。

【0039】このような透明材料としては石英やほう珪酸ガラス等の無機ガラス（屈折率1.42~1.7、透過率91~80%）や、プラスチック材料（樹脂材料）を用いることができる。プラスチックとしては、メタクリル樹脂（代表的にはアクリルで知られるポリメチルメタクリレート、屈折率1.49、透過率92~93%）、ポリカーボネート（屈折率1.59、透過率88~90%）、ポリアリレート（屈折率1.61、透過率85%）、ポリ-4-メチルペンテン-1

46、透過率90%）AS樹脂〔アクリロトリル・スチレン重合体〕（屈折率1.57、透過率90%）、MS樹脂〔メチルメタクリレート・スチレン重合体〕（屈折率1.56、透過率90%）、これらの樹脂を混合した材料を用いることができる。

【0040】光源102は冷陰極管やLEDが用いられ、導光板101の側面101aにそって配置される。また2つの光源を対向して設けてもよい。

【0041】コリメータシート104はベースフィルム105と、ベースフィルム105上に平行に配列された複数の柱状レンズ106とでなる。図1(C)、(D)に示すように、裁断面が等脚台形である多角柱状である。なお、説明の都合上、柱状レンズ106の4つ側面のうち、等脚台形の上底106wが含まれる側面を上面106aとし、下底106xが含まれる側面を下面106bとし、脚106y、106zが含まれる側面を側面106c、106dとする。

【0042】コリメータシート104において、柱状レンズ106はベースフィルム105に下面106bが接して配置されている。また、コリメータシート104は上面106aが導光板101の下面101dに密着するように設けられている。ベースフィルム105と反射型液晶パネルは必ずしも密着させなくてもよいが、柱状レンズ106と導光板101はその間に他の媒質を介さずに密着させることが重要である。

【0043】ベースフィルム105の材料にはPET等の可視光の透過率が80%以上の樹脂フィルムが好適に用いられる。また柱状レンズ106の材料には導光板101と同じく、可視光に対する透過率（全光線透過率）が80%、好ましくは85%以上であって、屈折率が1.4~1.7の範囲にある材料を選ぶ。上述した導光板101の材料を用いることができる。加工や価格の点からはプラスチック材料が好適である。また、柱状レンズ106の材料は導光板101の屈折率と同じになるように選択する。これは柱状レンズ106と導光板101との境界面で、光が反射したり屈折しないようにするためである。

【0044】本実施形態では柱状レンズ106の材料は導光板101と同じにして、屈折率1.49のポリメチルメタクリレート（アクリル）とする。ベースフィルム105の材料はPETとした。

【0045】以下、図2を用いて、コリメータシート104の機能及び柱状レンズ106の形状について説明する。

【0046】光源102を点灯しない場合は、外光が導光板101の上面101cから入射する。入射した光は導光板101、コリメータシート104を透過した後、反射型LCDで反射し、またコリメータシート104、導光板101を透過した後、使用者の眼球に到達する。

【0047】光源102を点灯した場合は、光源102

からの光はリフレクタ103で反射されながら、側面101aから導光板101入射する。光は導光板101の上面101cと下面101dの間を全反射しながら伝搬する。

【0048】空気から側面101aに入射した光が導光板の下面101d（又は上面101c）に入射するときの入射角 θ_1 はスネルの法則と導光板101の幾何学的形状（断面が長方形）から、 $90 - \theta_c \leq \theta_1 \leq 90$ を満たす。 θ_c は空気に対する導光板101の全反射の臨界角である。導光板側面101aに入射角90度で入射した光は上面101c（又は下面101d）に入射角 $90 - \theta_c$ で入射し、側面101aに入射角0度で入射した光は上面101c（又は下面101d）には入射角90で入射することから、入射角 θ_1 の範囲が導かれる。

【0049】入射角 θ_1 が臨界角 θ_c よりも大きければ、光121は空気と導光板101の境界面で全反射する。導光板101の屈折率は $2^{1/2}$ （ $\sin^{-1} 45$ ）よりも大きいので、 θ_c は45度よりも小さくなる。ここで入射角 θ_1 は臨界角 θ_c よりも大きいので、下面101d（又は上面101c）と空気の境界面に入射した光は全反射される。このときの反射角は入射角 θ_1 に等しくなる。このように導光板101の上面101c、又は下面101dにおいて、空気との境界面で全反射を繰り返しながら光源102からの光が導光板101内を伝搬して、側面101aから側面101bまで達することができる。

【0050】本実施形態の場合、導光板101をアクリル（屈折率1.49）で作製したので、臨界角 θ_c は約42度であり、導光板101の下面101d又は上面101cに入射する光の入射角 θ_1 は $48 < \theta_1 \leq 90$ を満たせばよい。

【0051】図2に示すように導光板101の下面101dにおいて、空気との境界面に入射した光121は全反射されるが、柱状レンズ106との接触面に入射した光122は柱状レンズ106中に入射する。柱状レンズ106の屈折率は導光板101と等しいため、光122の屈折角は入射角 θ_1 に等しく、光122は屈折されずに柱状レンズ106に入射する。

【0052】柱状レンズ106に入射した光123は側面106dに入射角 θ_2 で入射して、そこで反射される。この反射光は下面106bに入射角 θ_3 で入射する。ここで、 θ_2 は側面106dの法線と光線がなす角であり、 θ_3 は下面106bの法線と光線がなす角である。

【0053】側面106dでの反射により、入射角 θ_3 は空気に対する柱状レンズ106の全反射の臨界角よりも小さい角度になっているため、柱状レンズ106の下面106bに入射した光124はへ出ることが可能である。柱状レンズ106の下面106dから出射した光は反射型液晶パネルを照明する。入射角で入射し、この光

は反射型LCDの画素電極で反射され、コリメータシート104、導光板101を透過した後、観測者の眼球に到達する。

【0054】本実施形態では、柱状レンズ106の側面106d（106c）で光線を反射させてから、液晶パネルを照明するようにしているので、液晶パネルへの入射角を小さくすることができる。この結果、液晶パネルの画素電極を垂直に照明する光の成分が大きくなるので、光が効率良く利用される。

【0055】上述したように、側面106d（106c）で反射させた光をより高効率に液晶パネルに導くには、柱状レンズ106の側面106c、106dでの反射率をできるだけ高く、理想的には全反射させればよい。以下、全反射させるための条件について考える。

【0056】上述したように、導光板101と柱状レンズ106との境界面（柱状レンズ106の上面106a）における入射角（及び屈折角） θ_1 の範囲は、 $90 - \theta_c \leq \theta_1 \leq 90$ である。一方、柱状レンズ106の側面106c（106d）への入射角 θ_2 が空気に対する柱状レンズ106全反射の臨界角以上であれば、光は側面106c（106d）で全反射する。同じ材料で作製したため、柱状レンズ106の全反射の臨界角は導光板101の臨界角 θ_c に等しく、全反射させるには $\theta_c \leq \theta_2 \leq 90$ が満足されればよい。

【0057】ここで、柱状レンズ106の裁断面である等脚台形の鈍角 ϕ_{out} とした場合、 θ_2 は幾何学の定理から、

$$90 + \theta_2 = \phi_{out} + (90 - \theta_1)$$

を満たし、

$$\theta_2 = \phi_{out} - \theta_1$$

となる。

【0058】ここで、図3（A）に示すように等脚台形の鈍角 $\phi_{out} \cong 90$ 、つまり $\phi_{out} = 90 + \alpha$ （ $|\alpha| \ll 0$ ）を想定する。柱状レンズ106の上面106aに入射角 $\theta_1 = 90 - \theta_c$ で入射する光125は側面106d（106c）への入射角 $\theta_2 = \alpha + \theta_c$ となるので、側面106d（106c）で全反射する。しかしながら、 $\theta_1 > 90 - \theta_c$ で入射する光126は、側面での反射角 $\theta_2 < \theta_c$ となるため、点線で示すように透過成分が生じ、光利用効率を低下させてしまう。

【0059】また、等脚台形の鈍角 $\phi_{out} = 90 + \theta_c$ を想定する。上面106aへの入射角 $\theta_1 = 90 - \theta_c$ の場合は、側面106c、106dへの入射角 $\theta_2 = 2\theta_c$ となるので、柱状レンズ側面106c、106dで全反射する。 $\theta_1 = 90$ のときは、入射角 $\theta_2 = \theta_c$ となるので全反射する。つまり $\phi_{out} = 90 + \theta_c$ であれば、柱状レンズの側面106c、106dに入射した光は全反射する。

【0060】最後に、図3（B）に示すように $\phi_{out} \geq 90 + (90 - \theta_c)$ を想定する。一点鎖線で示したよ

うに $\phi_{out} = 90 + (90 - \theta_c)$ の場合は、入射角 $\theta_1 = 90 - \theta_c$ の光 127 の光路は等脚台形の脚と平行になる。従って、 $\phi_{out} \geq 90 + (90 - \theta_c)$ のときは、入射角 θ_1 が $90 - \theta_c \leq \theta_1 < \phi_{out}$ で上面 106a に入射する光は、柱状レンズ側面 106c、106d で反射されずに下面 106b から出てしまう。

【0061】以上のことから、柱状レンズ 106 の側面 106c、106d で光を反射させるには、 $90 < \phi_{out} < 90 + (90 - \theta_c)$ 、より好ましくは $90 < \phi_{out} \leq 90 + \theta_c$ ($\theta_c < 45$ の場合) とする。本実施形態の場合は、 $\theta_c \approx 42$ 度であるので、 $90 < \phi_{out} \leq 90 + 48$ 、より好ましくは $90 < \phi_{out} \leq 90 + 42$ にするとよい。

【0062】等脚台形の鈍角 ϕ_{out} を小さいほうが望ましいのは、 ϕ_{out} が大きくなるほど画質が劣化しやすいからである。に示すように、反射型液晶パネルで反射された光はコリメータシート 104 に入射する。図 3

(C) では簡単のため、コリメータシート 104 ベースフィルム 105 での屈折は無視し、柱状レンズ 106 の下面 106b への入射角を 0 度とする。柱状レンズ 106 内に入射した光のうち、側面 106c、106d を透過する光 128 は、柱状レンズ 106 と空気の屈折率との違いのため側面で屈折されてから導光板 101 に入射するので、画像が劣化の原因となる。一方、上面 106a を透過する光 129 は、柱状レンズ 106 と導光板 101 と屈折率の差がないため屈折されずに導光板 101 に入射するため、画像の劣化は生じない。このように、鈍角 ϕ_{out} が大きくなると、画質の劣化が生じやすいことが分かる。

【0063】また、柱状レンズ 106 の製造は金型を用いることを考慮すると、金型から柱状レンズ 106 を抜きやすくするには、 ϕ_{out} は 93 度以上とすることが望ましい。

【0064】以下、等脚台形の鈍角 ϕ_{out} の条件を変えて、柱状レンズの好適なサイズを検討する。

【0065】図 4 に柱等脚台形の鈍角 ϕ_{out} が直角に近い場合の柱状レンズ 106 の断面を示す。具体的には、 $\phi_{out} = 95$ 度とした場合の柱状レンズ 106 の幅 $W1$ と間隔 $T1$ と高さ $H1$ の関係を示す。まず第一に、入射光を柱状レンズ側面で反射させるためには、小さい入射角 θ_{11} で入ってきた光 131 であっても柱状レンズの側面に当たらなければならない。よって、 $H1 \geq W1 / \tan \theta_{11} = W1 / 1.11$ の関係を満たせばよい。ここで、 $\theta_{11} = 48$ 度である。

【0066】次に、大きい入射角 θ_{12} で入ってきた光 132 について考える。ここで鈍角 ϕ_{out} が $90 + \theta_c$ 小さい。よって、入射角 θ_{12} の大きい光 132 は、その分割が柱状レンズの柱状レンズ 106 を透過してしまう。また、その透過した光が隣の柱状レンズ 106 に入射してしまうと、反射・屈折を繰り返した後、導光板 1

01 に戻り、ついには使用者側に出てしまうなどの不具合を生じる可能性がある。よって、側面を透過した光 133 は隣の柱状レンズ 106 に入射しないようにすることが望ましい。

【0067】そのためには、 $T1 \geq H1 \cdot \tan(\phi_{out} - \theta_{13})$ 、ここで、 θ_{13} は θ_{12} 光 132 の側面での屈折角であり、 $1 \times \sin \theta_{13} = 1.49 \times \sin(\phi_{out} - \theta_{12})$ を満たす。しかしながら、入射角 $\theta_{12} = 90$ 度の場合は ϕ_{out} が 90 度に近くなると屈折角 θ_{13} が 0 度に近くなるため、この不等式に従うと、間隔 $T1$ が非常に大きくなってしまふことになる。よって現実的には間隔 $T1$ をできるだけ大きくする程度にとどめざるを得ない。

【0068】次に、鈍角 ϕ_{out} が大きい場合、 $\phi_{out} = 132$ 度 ($90 + \theta_c$) の場合を図 5 を用いて考察する。図 5 は柱状レンズの拡大断面図である。 $\phi_{out} = 132$ 度と大きいので、柱状レンズ側面はほとんどの光が全反射されるので、柱状レンズ 106 を間隔を開けて配置する必要はない。もちろん、間隔を開けても構わない。

【0069】次に柱状レンズ 106 の高さ $H2$ について述べる。もし、高さ $H2$ が低いと柱状レンズ 106 側面に入射しない光が存在する。その光はそのまま柱状レンズ 106 の下面 106b からベースフィルム 105 に入射する。しかしながらベースフィルム 105 と空気との境界間では全反射の条件が破られないため全反射する。もし、この反射光がそのまま導光板 101 へ戻れば問題はないが、途中で柱状レンズ 106 に入射して側面での反射・屈折により光線方向が変わると、光が導光板上面から観測者側に出射してしまう可能性がある。そこで、このような場合を避けるためには、たとえ小さい入射角 θ_{21} で柱状レンズ 106 に入射した光であっても、柱状レンズ側面 106c、106d に必ず当たるようにしなければならない。

【0070】そのためには、図 5 に示すように、入射角 $\theta_{21} = 48$ の光 134 の光路が等脚台形の対角線になれば良く、次の式を満足する必要がある。 $H2 = (W2 + W3) \times \tan(90 - \theta_{21})$ 、ここで、 $W3 = H2 / \tan(180 - \phi_{out})$ である。入射角 $\theta_{21} = 48$ 度を代入し、 $\phi_{out} = 132$ 度を代入して、 $W3$ を消去すると、 $H2 = 4.76 W2$ となり、 $H2$ を決定すると $W2$ の最適値が決定できる。

【0071】また、柱状レンズの上面 106a の幅 W 、高さ H (上面 106a と下面 106b 間の距離)、ピッチ P (幅 + 間隔) は、導光板 101 の厚さや大きさ (縦 × 横の寸法) 等にも依存する。また、柱状レンズ 106 の製造のマージンも考慮する必要がある。幅 W や高さ H は $10 \mu m$ のオーダーとし、 $10 \sim 50 \mu m$ 程度とする。ピッチ P が狭いと、光源 102 から離れるほど輝度が低くなるため、ピッチ P は $100 \mu m$ のオーダー、 $100 \sim 500 \mu m$ の範囲とすればよい。

【0072】〔実施形態 2〕本実施形態は、実施形態 1 の柱状レンズの変形例である。実施形態 1 では裁断面が

うに $\phi_{out} = 90 + (90 - \theta_c)$ の場合は、入射角 $\theta_1 = 90 - \theta_c$ の光 127 の光路は等脚台形の脚と平行になる。従って、 $\phi_{out} \geq 90 + (90 - \theta_c)$ のときは、入射角 θ_1 が $90 - \theta_c \leq \theta_1 < \phi_{out}$ で上面 106a に入射する光は、柱状レンズ側面 106c、106d で反射されずに下面 106b から出てしまう。

【0061】以上のことから、柱状レンズ 106 の側面 106c、106d で光を反射させるには、 $90 < \phi_{out} < 90 + (90 - \theta_c)$ 、より好ましくは $90 < \phi_{out} \leq 90 + \theta_c$ ($\theta_c < 45$ の場合) とする。本実施形態の場合は、 $\theta_c \approx 42$ 度であるので、 $90 < \phi_{out} \leq 90 + 48$ 、より好ましくは $90 < \phi_{out} \leq 90 + 42$ にするとよい。

【0062】等脚台形の鈍角 ϕ_{out} を小さいほうが望ましいのは、 ϕ_{out} が大きくなるほど画質が劣化しやすいからである。に示すように、反射型液晶パネルで反射された光はコリメータシート 104 に入射する。図 3

(C) では簡単のため、コリメータシート 104 ベースフィルム 105 での屈折は無視し、柱状レンズ 106 の下面 106b への入射角を 0 度とする。柱状レンズ 106 内に入射した光のうち、側面 106c、106d を透過する光 128 は、柱状レンズ 106 と空気の屈折率との違いのため側面で屈折されてから導光板 101 に入射するので、画像が劣化の原因となる。一方、上面 106a を透過する光 129 は、柱状レンズ 106 と導光板 101 と屈折率の差がないため屈折されずに導光板 101 に入射するため、画像の劣化は生じない。このように、鈍角 ϕ_{out} が大きくなると、画質の劣化が生じやすいことが分かる。

【0063】また、柱状レンズ 106 の製造は金型を用いることを考慮すると、金型から柱状レンズ 106 を抜きやすくするには、 ϕ_{out} は 93 度以上とすることが望ましい。

【0064】以下、等脚台形の鈍角 ϕ_{out} の条件を変えて、柱状レンズの好適なサイズを検討する。

【0065】図 4 に柱等脚台形の鈍角 ϕ_{out} が直角に近い場合の柱状レンズ 106 の断面を示す。具体的には、 $\phi_{out} = 95$ 度とした場合の柱状レンズ 106 の幅 $W1$ と間隔 $T1$ と高さ $H1$ の関係を示す。まず第一に、入射光を柱状レンズ側面で反射させるためには、小さい入射角 θ_{11} で入ってきた光 131 であっても柱状レンズの側面に当たらなければならない。よって、 $H1 \geq W1 / \tan \theta_{11} = W1 / 1.11$ の関係を満たせばよい。ここで、 $\theta_{11} = 48$ 度である。

【0066】次に、大きい入射角 θ_{12} で入ってきた光 132 について考える。ここで鈍角 ϕ_{out} が $90 + \theta_c$ 小さい。よって、入射角 θ_{12} の大きい光 132 は、その何割かが柱状レンズの柱状レンズ 106 を透過してしまう。また、その透過した光が隣の柱状レンズ 106 に入射してしまうと、反射・屈折を繰り返した後、導光板 1

01 に戻り、ついには使用者側に出てしまうなどの不具合を生じる可能性がある。よって、側面を透過した光 133 は隣の柱状レンズ 106 に入射しないようにすることが望ましい。

【0067】そのためには、 $T1 \geq H1 \cdot \tan(\phi_{out} - \theta_{13})$ 、ここで、 θ_{13} は θ_{12} 光 132 の側面での屈折角であり、 $1 \times \sin \theta_{13} = 1.49 \times \sin(\phi_{out} - \theta_{12})$ を満たす。しかしながら、入射角 $\theta_{12} = 90$ 度の場合は ϕ_{out} が 90 度に近くなると屈折角 θ_{13} が 0 度に近くなるため、この不等式に従うと、間隔 $T1$ が非常に大きくなっていくことになる。よって現実的には間隔 $T1$ をできるだけ大きくする程度にとどめざるを得ない。

【0068】次に、鈍角 ϕ_{out} が大きい場合、 $\phi_{out} = 132$ 度 ($90 + \theta_c$) の場合を図 5 を用いて考察する。図 5 は柱状レンズの拡大断面図である。 $\phi_{out} = 132$ 度と大きいと、柱状レンズ側面はほとんどの光が全反射されるので、柱状レンズ 106 を間隔を開けて配置する必要はない。もちろん、間隔を開けても構わない。

【0069】次に柱状レンズ 106 の高さ $H2$ について述べる。もし、高さ $H2$ が低いと柱状レンズ 106 側面に入射しない光が存在する。その光はそのまま柱状レンズ 106 の下面 106b からベースフィルム 105 に入射する。しかしながらベースフィルム 105 と空気との境界間では全反射の条件が破られないため全反射する。もし、この反射光がそのまま導光板 101 へ戻れば問題はないが、途中で柱状レンズ 106 に入射して側面での反射・屈折により光線方向が変わると、光が導光板上面から観測者側に出射してしまう可能性がある。そこで、このような場合を避けるためには、たとえ小さい入射角 θ_{21} で柱状レンズ 106 に入射した光であっても、柱状レンズ側面 106c、106d に必ず当たるようにしなければならない。

【0070】そのためには、図 5 に示すように、入射角 $\theta_{21} = 48$ の光 134 の光路が等脚台形の対角線になれば良く、次の式を満足する必要がある。 $H2 = (W2 + W3) \times \tan(90 - \theta_{21})$ 、ここで、 $W3 = H2 / \tan(180 - \phi_{out})$ である。入射角 $\theta_{21} = 48$ 度を代入し、 $\phi_{out} = 132$ 度を代入して、 $W3$ を消去すると、 $H2 = 4.76 W2$ となり、 $H2$ を決定すると $W2$ の最適値が決定できる。

【0071】また、柱状レンズの上面 106a の幅 W 、高さ H (上面 106a と下面 106b 間の距離)、ピッチ P (幅 + 間隔) は、導光板 101 の厚さや大きさ (縦 × 横の寸法) 等にも依存する。また、柱状レンズ 106 の製造のマージンも考慮する必要がある。幅 W や高さ H は $10 \mu m$ のオーダーとし、 $10 \sim 50 \mu m$ 程度とする。ピッチ P が狭いと、光源 102 から離れるほど輝度が低くなるため、ピッチ P は $100 \mu m$ のオーダー、 $100 \sim 500 \mu m$ の範囲とすればよい。

【0072】〔実施形態 2〕本実施形態は、実施形態 1 の柱状レンズの変形例である。実施形態 1 では断面が

等脚台形状の柱状レンズであったが、図 3 に示すように等脚台形の鈍角の大きさによって、側面 106c、106d に入射した光が透過してしまい、光利用効率を下げている。本実施形態は台形の断面を持つ柱状レンズの欠点をなくし、柱状レンズの上面から入射した光は必ずその側面に当たり、かつ全反射させることが可能なレンズに関する。

【0073】図 6 は本実施形態のフロントライトの構成を示す図であり、図 6 (A) はフロントライトの断面図であり、図 6 (B) はコリメータシートの斜視図であり、図 6 (C) は柱状レンズの斜視図であり、図 6 (D) は柱状レンズの側面に垂直な平面で切った裁断面である。

【0074】本実施形態のフロントライトは実施形態 1 の柱状レンズを変形したものであり、他の構成は同じである。図 6 (A) に示すように、導光板 201 の側面 201a には光源 202 が配置され、光源 202 の背後にはリフレクタ 203 が設けられている。導光板 201 の下面に接してコリメータシート 204 が設けられている。ここで説明の便宜上、導光板 201 の上面 201c は使用者に対面する平面をさし、下面 201d は上面 201c の対面をさすこととする。

【0075】導光板 201 は直方体状の透明材料でなる平板である。即ち、4 つの側面が短辺が長辺に比べて非常に短い長方形である直方体である。コリメータシート 204 はベースフィルム 205 と、ベースフィルム 205 上に平行に、等間隔で配列された複数の柱状レンズ 206 とでなる。

【0076】図 6 (D) に示すように、柱状レンズ 206 の断面は等脚台形の脚を曲線状にした、4 辺で囲まれた図形である。即ち平行線でなる対辺 206w、206x と、曲線 206y、206z でなる対辺で囲まれた図形であり、対辺 206w、206x の中点を結ぶ直線 206k に対象な図形である。なお、説明の都合上、柱状レンズ 206 の 4 つ側面のうち、直線 206w が含まれる側面を上面 206a とし、直線 206x が含まれる側面を下面 206b とし、曲線 206y、206z が含まれる側面を側面 206c、206d とする。

【0077】コリメータシート 204 において、柱状レンズ 206 はベースフィルム 205 に下面 206b が接している。また、コリメータシート 204 は上面 206a が導光板 201 の下面 201d に密着するように設けられている。ベースフィルム 205 と反射型液晶パネルは必ずしも密着させなくてもよいが、柱状レンズ 206 と導光板 201 はその間に他の媒質を介さずに密着させることが重要である。

【0078】以下、図 7 を用いて裁断面の形状を説明する。図 7 (A) に示すように、柱状レンズ 206 と導光板 201 の接触部の片側の点を A とする。つまり裁断面において、直線 206w と曲線 206y がなす交点（頂

点）を A とする。そして他方の曲線 206z の任意の点を B とする。曲線 206z は、点 B での法線 EF と直線 AB がなす角度 ψ_0 は空気に対する柱状レンズ 206 の全反射の臨界角 θ_c になるようにする。即ち、曲線 206z は上記の関係を満たす点 B がつくる線でなるようにする。曲線 206y は直線 206x、206y の中点をとる直線に対して、曲線 206z を対象移動したものである。

【0079】柱状レンズ 206 の裁断面を図 7 (A) に示す形状とすることにより、図 7 (B) に示すように図 7 の上面 206a から入射した光 141 の側面 206d (206c) に対する入射角 θ_{41} は $\theta_{41} > \psi_0$ を満たす。ここで、 $\psi_0 = \theta_c$ であるので、 $\theta_{41} > \theta_c$ をとる。この不等式は上面 206a から入射した光 141 は全て側面 206d (206c) に入射し、かつ側面 206d (206c) で全反射することを示している。即ち、側面 206d (206c) で透過する光がないため、光利用効率が非常に高くなる。また、側面 206d (206c) で反射させてから、柱状レンズ 206 の外へ光が出ていくので、反射型液晶パネルへの入射角が小さくなり、光の利用効率を高くできる。

【0080】本実施形態の柱状レンズ 206 のピッチ P、高さ H、上面 206a の幅 W は実施形態 1 と同様にすればよく、ピッチ P は $100 \sim 500 \mu\text{m}$ 、高さ H、幅 W は $10 \sim 50 \mu\text{m}$ とすればよい。また図 7 (A) に示した角度 ψ_0 が臨界角が等しいことが理想であるが、マージン等を考慮して、 $\psi_0 = \theta_c \pm 3$ 度の範囲にあればよい。例えば、導光板 201、柱状レンズ 206 をアクリルで作製した場合には、 θ_c は 42 度であるので、 $39 \leq \psi_0 \leq 45$ の範囲であればよい。

【0081】【実施形態 3】実施形態 1、2 ではコリメータシートに柱状レンズを用いたが、本実施形態では回転体状のレンズを用いる例を示す。本実施形態は実施形態 2 のコリメータシートの変形例であり、後は実施形態 2 と同様である。図 8 に本実施形態のコリメータシートを示す。

【0082】図 8 (A) に示すように、PET でなるベースフィルム 305 上に回転体状レンズ 306 が等間隔に設けられており、また回転体状レンズ 306 の上面 306a が導光板の下面に密着されて設けられる。もちろん回転体状レンズ 306 と導光板は同じ材料で作製される。図 8 (B) に示すように、回転体状レンズ 306 は、図 6 (D) や図 7 (A) に示す線対称な図形を対称軸 206k の周りに回転させたものである。このような形状にすることにより、実施形態 2 と同様、回転体状レンズ 306 の上面 306a から入射した光を側面 306c で反射させてから、下面 306b から出射させることができる。

【0083】実施形態 1、2 の柱状レンズではその形状のため長尺方向（図 1 (A)、図 6 (A) の紙面に垂直

な方向)では光を屈曲させることができないが、本実施形態のように回転体状のレンズとすることにより、その奥行き方向においても光を屈曲させることができるため、回転体状レンズ306の配置を最適化することにより、面内の輝度をより均一にすることが可能になる。

【0084】〔実施形態4〕本実施形態では、フロントライトの導光板について述べる。実施形態1～3では、平板型のものを使用してきた。図9にくさび形の導光板を用いた場合のフロントライトの断面図を示す。本実施形態は実施形態2の変形例である。図9において図6と同じ符号は同じ部材を示す。

【0085】導光板401において、対向する側面406aと406bは長方形であり、他の対向する側面は対角をなさない2つの角が直角である台形である。くさび形の導光板401の場合、導光板401の周囲が空気だけであっても、側面401aから入射した光は、導光板401中を伝搬していく途中で徐々に外へ出ていく。なぜなら、上面401cと下面401dの間で反射を繰り返すうちに、上面401cや下面401dへの入射角が徐々に小さくなって、全反射の条件が破られる。その結果、上面401cや、柱状レンズと接していない下面401dからも光が外へ出ていってしまう。従って、使用者側へも光が出ていたり、柱状レンズへの入射角も反射の回数によって変わってしまう。これらの理由から、くさび形導光板401を用いることは、あまり望ましいことではないが、軽量化には有効である。

【0086】〔実施形態5〕本実施形態は実施形態2の変形例である。図10に本実施形態のフロントライトの断面図を示す。図10において図6と同じ符号は同じ構成要素を示す。

【0087】実施形態2では柱状レンズ206では等間隔で配置したが、面内での輝度が不均一になる可能性がある。つまり、光源の近くでは明るく、遠くで暗いという輝度分布になる可能性がある。そこで、面内輝度の均一化のために、図10(A)に示すように、柱状レンズ206を光源202から離れるほど間隔を密にすればよい。間隔を変えた場合の実施例を図32に示す。光源から遠いほど、間隔は小さくなっている。これにより、面内での輝度を均一化することが可能である。

【0088】なお、実施形態4、5は実施形態2の変形例として説明したが、実施形態1、3にも適用できることはいうまでもない。

【0089】〔実施形態6〕本実施形態ではコリメータシートのベースフィルムについて述べる。上記の実施形態では、PETを用いており、またベースフィルムと反射型液晶パネルとは接触していても、いなくともよいとした。これはベースフィルムが平板であるため、光学的に大きな悪影響を及ぼさないからである。ただし、理想的には柱状レンズ(回転体状レンズ)とベースフィルムとは同じ屈折率であることが望ましい。なぜなら、屈折

率が異なればレンズとベースフィルムの界面で反射成分が生じるからである。

【0090】以上のことを踏まえると、柱状レンズ(回転体状レンズ)は必ずしもベースフィルム上に作製する必要はない。そこで、反射型液晶パネルの最上層の部材上に直接、柱状レンズ(回転体状レンズ)を配列してもよい。反射型液晶パネルの最上層の部材は偏光板、位相差板などの光学フィルムや、タッチパネルであり、それらの上に直接柱状レンズを形成すればよい。

【0091】〔実施形態7〕本発明のフロントライトは、直視型の反射型液晶パネルと組み合わせて様々な電子機器の表示部に使用できる。例えば、パーソナルコンピュータ、デジタルカメラ、ビデオカメラ、携帯情報端末(モバイルコンピュータ、携帯電話、電子書籍など)、ナビゲーションシステムなどの電子機器に適用できる。図11に本発明のフロントライト付き反射型液晶パネルを搭載した電子機器を示す。

【0092】図11(A)はパーソナルコンピュータであり、マイクロプロセッサやメモリなどを備えた本体2001、画像入力部2002、フロントライト付き反射型液晶パネルを用いた表示装置2003、キーボード2004で構成される。

【0093】図11(B)はビデオカメラであり、本体2101、フロントライト付き反射型液晶パネルを用いた表示装置2102、音声入力部2103、操作スイッチ2104、バッテリー2105、受像部2106で構成される。本発明は表示装置2102に適用される。

【0094】図11(C)は携帯情報端末であり、本体2201、画像入力部2202、受像部2203、操作スイッチ2204、フロントライト付き反射型液晶パネルを用いた表示装置2205で構成される。

【0095】図11(D)はテレビゲームまたはビデオゲームなどの電子遊技機器であり、CPU等の電子回路2308、記録媒体2304などが搭載された本体2301、コントローラ2305、表示装置2303、本体2301に組み込まれたフロントライト付き反射型液晶パネル表示装置2302で構成される。表示装置2303と本体2301に組み込まれた表示装置2302とは、同じ情報を表示しても良いし、前者を主表示装置とし、後者を副表示装置として記録媒体2304の情報を表示したり、機器の動作状態を表示したり、或いはタッチセンサーの機能を付加して操作盤とすることもできる。また、本体2301とコントローラ2305と表示装置2303とは、相互に信号を伝達するために、有線通信としても良いし、センサ部2306、2307を設けて、無線通信または光通信としても良い。

【0096】図11(D)はプログラムや画像データ、音声データを記録した記録媒体(以下、記録媒体と呼ぶ)を再生するためのプレーヤーであり、本体2401、フロントライト付き反射型液晶パネル表示装置24

02、スピーカ部2403、記録媒体2404、操作スイッチ2405で構成される。尚、記録媒体にはDVD (Digital Versatile Disc) やコンパクトディスク (CD) などを用い、音楽プログラムの再生や映像表示、ビデオゲーム (またはテレビゲーム) やインターネットを介した情報表示などを行うことができる。

【0097】図22 (E) はデジタルカメラであり、本体2501、フロントライト付き反射型液晶パネル表示装置2502、接眼部2503、操作スイッチ2504、受像部 (図示しない) で構成される。

【0098】また、本発明のフロントライトは反射型液晶パネルの照明だけではなく、他の電子機器の照明にも用いることができ、例えば、図12に示すように密着型センサ用の光源としてフロントライトを適用することができる。

【0099】フロントライトとしては実施形態1～5のいずれの構成を用いることができる。本実施形態では実施形態2のフロントライト200を用いた。図12において図6と同じ符号は同じ部材を示す。図12 (A) は断面図であり、フロントライトの下にはセンサ700が配置されている。センサ700の光学系は縮小系ではなく、等倍系である。つまり、原稿とセンサとの距離が小さいタイプのもので、密着型センサと呼ばれている。本実施形態の密着型センサは1次元配列 (ラインセンサ) のものでも、2次元配列 (エリアセンサ) のものでも構わない。

【0100】図12 (B) を用いて、密着型センサの構成とセンサによる読みとり時の動作を示す。密着型センサ700にはフロントライト200の下に、ガラス基板701上に光を受け光電変換を行う受光部702と、光を通すための照明窓703等が設けられている。ラインセンサの場合は照明窓703が無い場合もある。受光部702の下にはセルフオックレンズや光ファイバアレイなどの等倍光学系704が配置されている。ただし、この光学系704が無い場合もある。その場合は、完全密着型センサと呼ばれている。

【0101】使用時には、光学系704の下に原稿710を配置する。原稿710と光学系704の間に、ガラス等を挟んでもよい。フロントライトから出射した光は照明窓703、光学系704を通過したのち、原稿710へ入射する。原稿710で反射された光は光学系704を通して、受光部702に入射する。この時、本発明のフロントライト200であれば、使用者はフロントライトを介して原稿710を見ることができる。このように読みとり箇所を確認しながら使用できるため、大変便利である。

【0102】

【発明の効果】本発明のフロントライトは、液晶パネルに光を導くために、柱状レンズまたは回転体状レンズを用いることを特徴とし、これらレンズ内に入射した光をレンズ側面で反射することを特長とする。反射させて、光線方向を曲げてから液晶パネルを照明しているため、画素電極に対して垂直に近い方向から照明できるため、照明光が効率良く利用され、その結果、光源点灯時の画面輝度が向上し、消費電力の低減につながる。

【0103】さらに、更に従来のように導光板を加工せずに、平板状の導光板と別に柱状レンズ (回転体状レンズ) を形成することにより、低コスト化が実現できる。なぜなら、導光板に柱状レンズを形成する場合、柱状レンズが正常に形成できなかった時、高額な導光板全体を廃棄処分にしなければならないが、本発明では、柱状レンズが正常に形成できなかった場合、安価な柱状レンズ (回転体状レンズ) のみを廃棄処分にすればよいからである。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明のフロントライトの構成を示す図。

【図2】 本発明の柱状レンズの断面図。

【図3】 本発明の柱状レンズの断面図。

【図4】 本発明の柱状レンズの断面図。

【図5】 本発明の柱状レンズの断面図。

【図6】 本発明のフロントライトの構成を示す図。

【図7】 本発明の柱状レンズの断面図。

【図8】 本発明のフロントライトコリメータシートの構成を示す図。

【図9】 本発明のフロントライトの断面図。

【図10】 本発明のフロントライトの断面図。

【図11】 本発明のフロントライトを用いた電子機器の説明図。

【図12】 本発明のフロントライトを用いた密着型センサの説明図。

【図13】 従来のプリズム型フロントライトの断面図。

【図14】 従来の突起型フロントライトの断面図。

【図15】 従来の突起型フロントライトの断面図。

【符号の説明】

101 導光板

102 光源

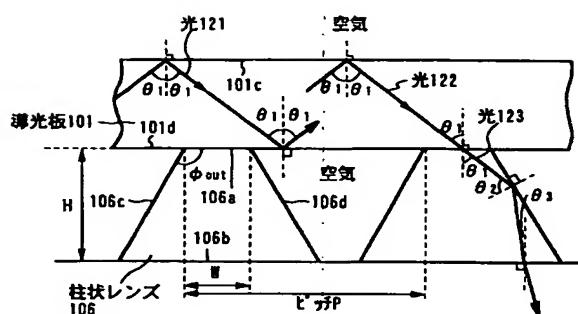
103 リフレクタ

104 コリメータシート

105 ベースフィルム

106 柱状レンズ

【圖 2】



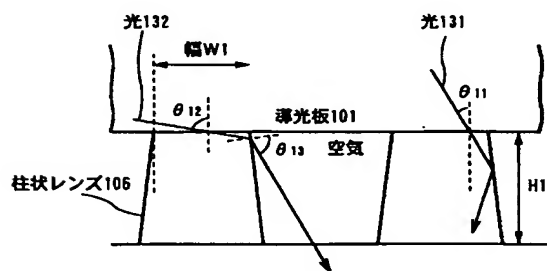
液晶パネル側



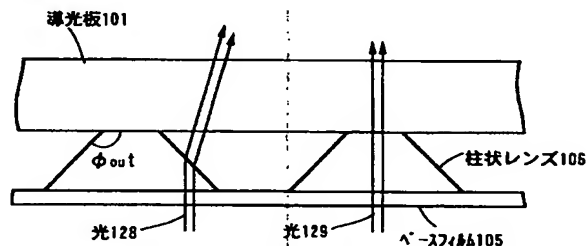
(C) 柱状レンズの斜視図

(D)柱状レンズの截断面

【図 4】

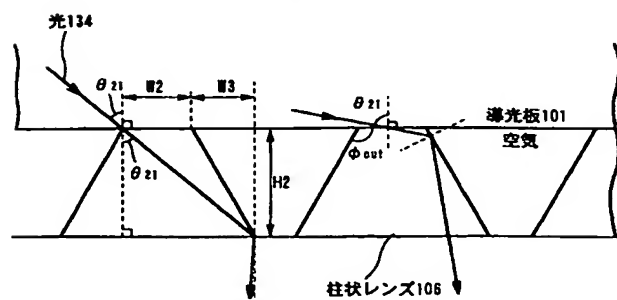


(B) 鈍角 $\phi_{out} \geq 90 + (90 - \theta_c)$ の場合

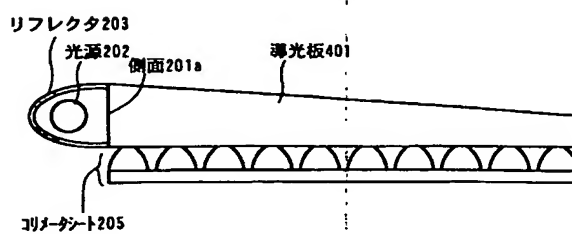


(C) 鈍角 ϕ_{out} と画質の関係

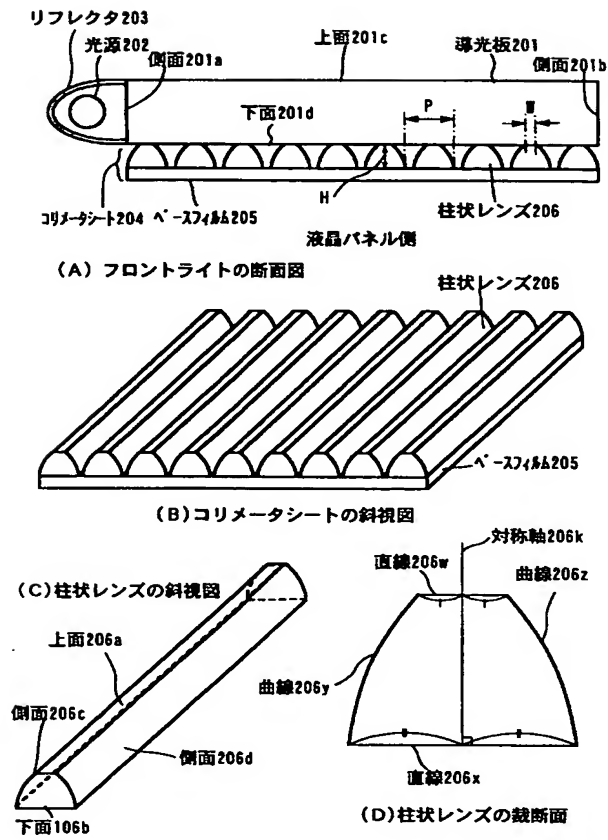
【図 5】



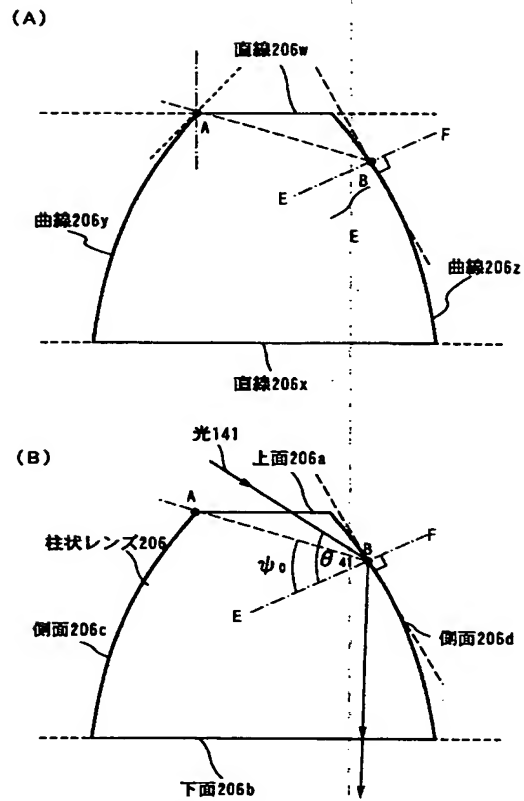
【图9】



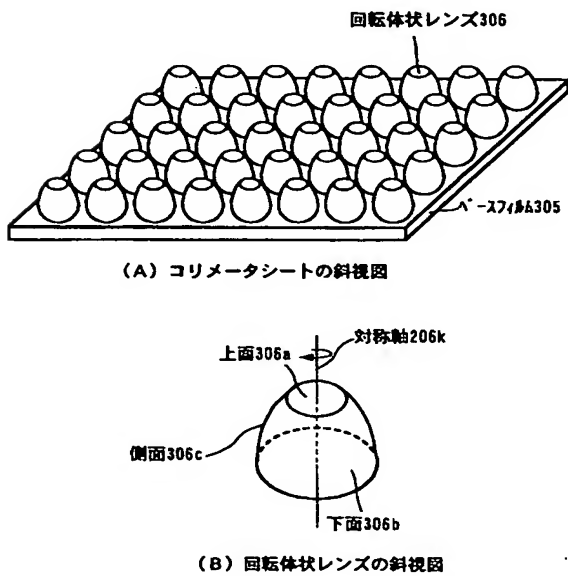
【図6】



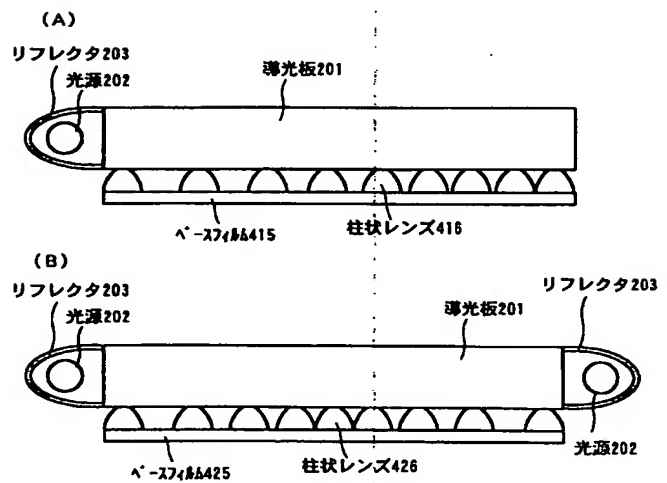
【図7】



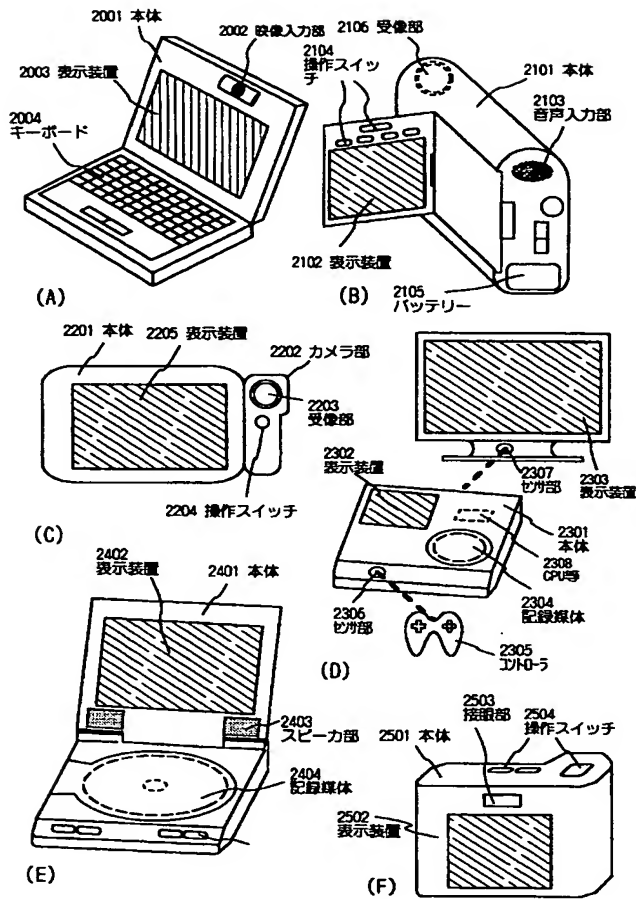
【図8】



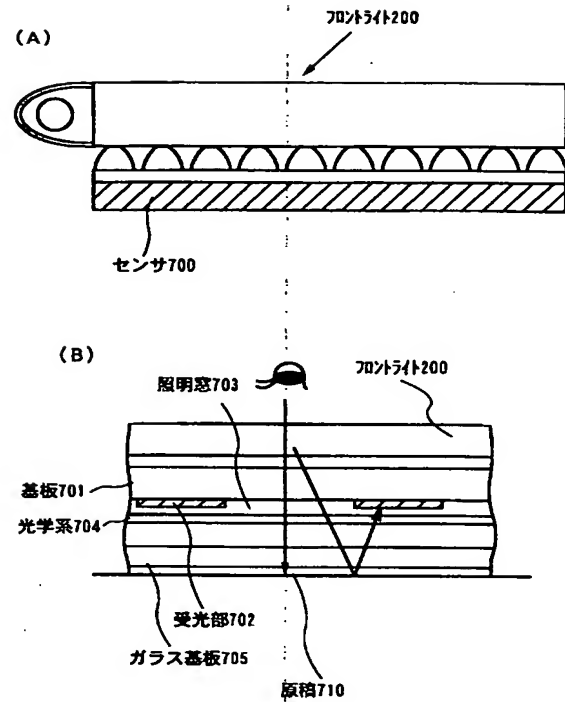
【図10】



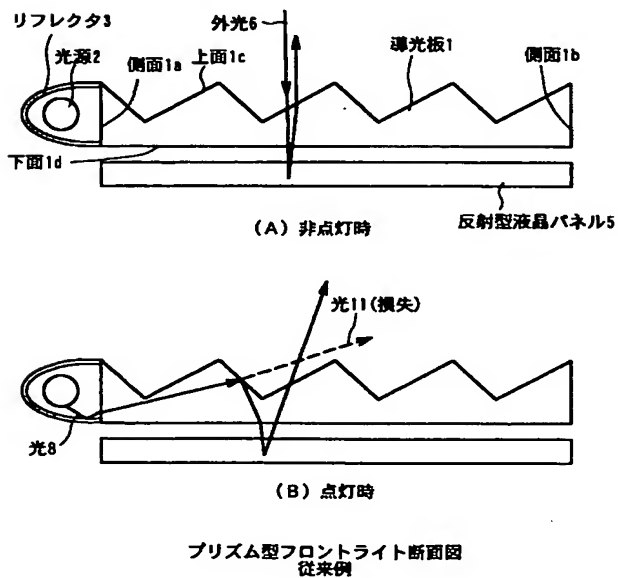
【図11】



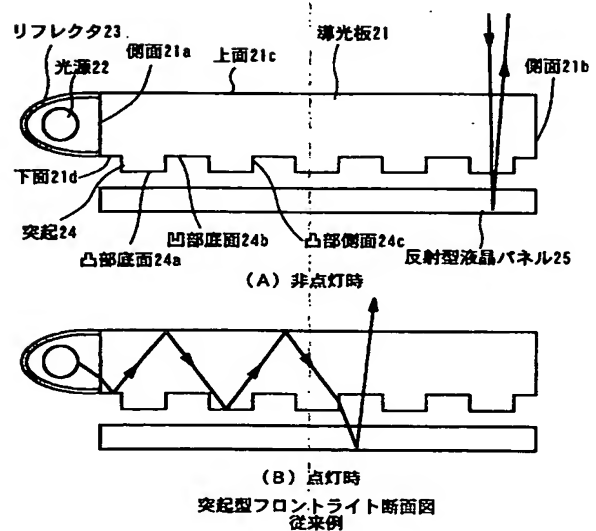
【図12】



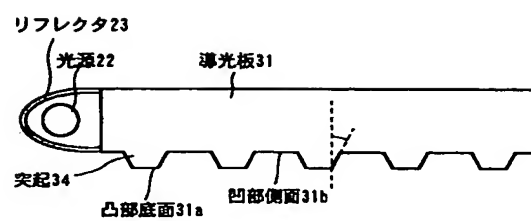
【図13】



【図14】



【図15】

突起型フロントライト断面図
従来例

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.